



**TUGAS AKHIR - TE 145561**

**PERANCANGAN MESIN PENCETAK JALUR PCB  
MENGUNAKAN SINAR UV BERBASIS ARDUINO  
UNO**

Noval Brillianta Akbar  
NRP 2214030082

Dosen Pembimbing  
Fajar Budiman, ST.,MSc.

PROGRAM STUDI KOMPUTER KONTROL  
Departemen Teknik Elektro Otomasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





***FINAL PROJECT - TE 145561***

***DESIGN OF PCB CIRCUIT PRINTING MACHINE USING  
UV LIGHT BASED ON ARDUINO UNO***

Noval Brillianta Akbar  
NRP 2214030082

*Advisor*  
Fajar Budiman, ST.,MSc.

***COMPUTER CONTROL STUDY PROGRAM  
Electrical And Automation Engineering Department  
Vocational Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017***



## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “**Perancangan Mesin Pencetak Jalur PCB Menggunakan Sinar UV Berbasis Arduino Uno**” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 18 Juli 2017

Noval Brilliantia Akbar  
NRP 2214 030 082

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**PERANCANGAN MESIN PENCETAK JALUR PCB  
MENGUNAKAN SINAR UV BERBASIS ARDUINO UNO**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Pada

Program Studi Komputer Kontrol  
Departemen Teknik Elektro Otomasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Fajar Budiman, ST., MSc.  
NIP. 1986.07072014 04 1001

**SURABAYA  
JULI, 2017**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



## **PERANCANGAN MESIN PENCETAK JALUR PCB MENGUNAKAN SINAR UV BERBASIS ARDUINO UNO**

**Nama : Noval Brillianta Akbar**  
**Pembimbing : Fajar Budiman, ST.,MSc.**

### **ABSTRAK**

Saat ini banyak orang yang menggunakan PCB polos untuk membuat rangkaian karena dengan menggunakan PCB polos kita dapat membuat rangkaian yang variatif dan membutuhkan banyak jalur tanpa membutuhkan banyak kabel penghubung. Langkah awal dari pembuatan PCB yaitu dengan menyetrika hasil desain rangkaian pada PCB, yang membutuhkan waktu cukup lama. Pada langkah ini banyak orang mengalami masalah, antara lain jalur pada hasil *etching* PCB banyak yang putus dikarenakan kurang meratanya proses setrika hasil print. Akibatnya rangkaian tidak berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Oleh karena itu, diperlukan Mesin *etching* PCB yang mampu bekerja secara otomatis. Hal ini mampu menghasilkan hasil rangkaian yang diinginkan dengan waktu yang lebih singkat dan lebih baik. Pada Tugas Akhir ini, dirancang suatu alat pencetak jalur PCB menggunakan Sinar UV. PCB akan masuk kedalam kotak mesin *printing* sinar UV. Pada proses ini hasil *print* akan dicetak dengan menggunakan sinar UV. Sinar UV yang digunakan berasal dari deret LED UV dan lampu UV Neon. Dengan adanya alat ini mampu mempermudah seseorang dalam mencetak jalur rangkaian secara detail dan membuat PCB dengan ukuran maksimal 20cm x 20cm. Jalur yang tercetak pada alat ini bergantung pada besar/kecilnya jalur yang dibuat di *software* pembuat rangkaian, misalnya EAGLE. Jalur rangkaian yang dibutuhkan untuk mencetak jalur dengan jelas yakni selama 1-2 menit. Jika kurang dari 1 menit maka *negative dry film photoresist* yang digunakan tidak tercetak jelas pada PCB. Sedangkan apabila penyinaran lebih dari 2 menit maka *negative dry film photoresist* yang terkena sinar UV akan meyebar melebihi area penyinaran. Jalur yang dapat tercetak dengan menggunakan alat ini yaitu minimal 0.012 inci yang dibuat di EAGLE.

**Kata Kunci:** PCB, Sinar UV, *Negative Dry Film Photoresist*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## ***DESIGN OF PCB CIRCUIT PRINTING MACHINE USING UV LIGHT BASED ON ARDUINO UNO***

***Name : Noval Brillianta Akbar  
Advisor : Fajar Budiman, ST.,MSc.***

### ***ABSTRACT***

*Nowadays, there are many people using PCB plain to make a circuit because when using PCB plain we can make many variative circuits that can set up circuits without many jumper cables. The first step to design PCB is to iron the printed circuit to the plain PCB. It usually takes time and make people bored. On this step, people experience problems, such as many connections printed to the PCB are broken that is caused by the iron process are not uniform to or they are less-ironed. As result, the circuit printed on PCB cannot work as desired. Therefore, a PCB etching machine is required to work in automatic. It is capable of producing the desired circuit on PCB that is efficiently in time and better result. In this Final Project, PCB circuit printing tool using UV Light is designed. PCB will enter into the printing box. In this process, the design of PCB will be printed using UV light. The UV lights used here are produced from UV LED array and UV lamp. The designed tool here can facilitate someone in making the circuit with a maximum size is 20cm x 20cm. The circuit printed by this tool depends on the size of the circuit connection made in some software to design circuit, such as EAGLE. The time required to print the circuit is around 1 – 2 minutes. If it is less than 1 minute, the negative dry film photoresist cannot clearly print the circuit connection and paths. If it is more than 2 minutes, many paths and connection will be spreaded that make short path of the circuit. The experiments showed that the path that can be printed is 0.012 inch in EAGLE.*

***Keywords : PCB, UV Light, Negative dry film photoresist***

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma-3 pada Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul:

### **PERANCANGAN MESIN PENCETAK JALUR PCB MENGGUNAKAN SINAR UV BERBASIS ARDUINO UNO**

Dalam Tugas Akhir ini dirancang untuk membuat alat pencetak jalur PCB otomatis, menggunakan sinar UV yang di kontrol menggunakan arduino.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu dan Bapak penulis yang memberikan berbagai bentuk doa serta dukungan tulus tiada henti, Bapak Fajar Budiman, ST.,MSc. atas segala bimbingan ilmu, moral dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, 18 Juli 2017

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

# DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Metodologi Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Laporan.....	2
1.7 Relevansi.....	3
BAB II TEORI DASAR .....	5
2.1 Sinar UV .....	5
2.2 <i>Negative Dry Film Photoresist</i> .....	5
2.3 PCB .....	6
2.4 <i>Liquid Cristal Display 16X2 (LCD)</i> .....	7
2.5 I2C ( <i>Inter Integrated Circuit</i> ) .....	8
2.6 Motor Stepper .....	9
2.6.1 Prinsip Kerja Motor Stepper.....	9
2.6.2 Jenis Motor Stepper.....	11
2.7 Keypad 4X4 .....	13
2.8 <i>Easy Driver Motor</i> .....	14
2.9 Mikrokontroler Arduino.....	14
2.9.1 Arduino Uno.....	15
2.10 Pemograman Arduino .....	17

BAB III PERANCANGAN <i>HARDWARE</i> DAN <i>SOFTWARE</i> .....	19
3.1 Perancangan <i>Hardware</i> .....	21
3.1.1 Perancangan <i>Push Button</i> dan Motor Stepper dengan Arduino .....	21
3.1.2 Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	22
3.1.3 Rangkaian <i>Driver Relay</i> .....	23
3.1.4 Rangkaian <i>Easy Driver Motor</i> .....	24
3.1.5 Perancangan <i>Countdown Timer</i> dengan Keypad dan Interface LCD .....	24
3.2 Perancangan <i>Software</i> .....	25
3.2.1 <i>Flowchart</i> Program Alat .....	26
3.2.2 Pembuatan Jalur Rangkaian dengan EAGLE .....	27
3.2.3 Program <i>Push Button</i> untuk Gerak Motor Stepper .....	28
3.2.4 Program <i>Countdown Timer</i> dengan Keypad dan Interface LCD .....	30
3.3 Perancangan Mekanik .....	34
3.3.1 Perancangan Laci <i>Box</i> .....	35
3.3.2 Perancangan Keypad dan LCD .....	37
3.3.3 Perancangan Tempat Penyinaran dengan Sinar UV .....	38
BAB IV HASIL IMPLEMENTASI .....	39
4.1 Pengujian Sinar UV pada Rangkaian Jalur Kecil .....	39
4.2 Pengujian Sinar UV pada Rangkaian Jalur Besar .....	42
4.3 Pengujian Sinar LED UV DC 12V dengan Sinar UV AC 220V .....	45
4.4 Pengujian Jumlah Lampu .....	46
4.5 Pengujian Jalur Rangkaian .....	47
4.6 Hasil Perancangan Mekanik .....	49
4.7 Hasil Keseluruhan Sistem .....	50
4.7.1 Proses Sebelum Penyinaran .....	50
4.7.2 Proses Saat Penyinaran Berlangsung .....	51
4.7.3 Hasil Penyinaran .....	51
BAB V PENUTUP .....	53
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran .....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	55
LAMPIRAN .....	57
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	71



## DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Sinar UV .....	5
Gambar 2.2 <i>Negative Dry Film Photoresist</i> .....	6
Gambar 2.3 PCB Polos .....	7
Gambar 2.4 Bentuk Fisik LCD 16x2 .....	8
Gambar 2.5 I2C ( <i>Inter Integrated Circuit</i> ) .....	8
Gambar 2.6 Motor Stepper .....	9
Gambar 2.7 Konsep Dasar Motor Stepper .....	10
Gambar 2.8 Struktur Motor Stepper Sederhana .....	11
Gambar 2.9 Konstruksi Motor Stepper <i>Magnet Permanent</i> .....	11
Gambar 2.10 Konstruksi Motor Stepper <i>Variable Reluctance</i> .....	12
Gambar 2.11 Konstruksi Motor Stepper <i>Permanent Magnet – Hybrid</i> .....	13
Gambar 2.12 Keypad 4x4 .....	14
Gambar 2.13 <i>Easy Driver Motor</i> .....	14
Gambar 2.14 Bentuk Fisik Arduino Uno .....	16
Gambar 2.15 Contoh Tampilan Pemograman Arduino pada Arduino IDE.....	17
Gambar 3.1 Diagram Fungsional <i>Prototype</i> Tugas Akhir .....	19
Gambar 3.2 <i>Wiring Diagram Push Button</i> dan Motor Stepper dengan Arduino.....	22
Gambar 3.3 Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	23
Gambar 3.4 Rangkaian <i>Driver Relay</i> .....	23
Gambar 3.5 <i>Wiring Diagram</i> Perancangan Keypad dan LCD.....	25
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Program .....	26
Gambar 3.7 Merubah <i>Schematic</i> ke <i>Board</i> pada EAGLE .....	27
Gambar 3.8 Fungsi <i>Tab CAM Processor</i> pada Board EAGLE.....	27
Gambar 3.9 <i>CAM processor</i> .....	28
Gambar 3.10 Deklarasi Program Motor .....	28
Gambar 3.11 Deklarasi Program <i>Push Button</i> .....	29
Gambar 3.12 Program Mengeluarkan Laci <i>Box</i> dengan 1 <i>Push Button</i> .....	29
Gambar 3.13 Program Mengeluarkan Laci <i>Box</i> .....	30
Gambar 3.14 Program Memasukkan Laci <i>Box</i> .....	30
Gambar 3.15 Deklarasi Keypad 4x4.....	31

Gambar 3.16	Deklarasi Sinar UV .....	31
Gambar 3.17	Deklarasi <i>Relay</i> .....	31
Gambar 3.18	Kondisi Awal Saat Waktu Belum Diatur .....	32
Gambar 3.19	Program Saat Keypad Telah Diatur dan Penyinaran Sedang Berlangsung .....	32
Gambar 3.20	Program Memberhentikan Penyinaran Sinar UV .....	33
Gambar 3.21	Program Menyalakan dan Mematikan Sinar UV Secara Otomatis .....	33
Gambar 3.22	Program untuk Menampilkan <i>Countdown Timer</i> ke LCD 16x2 .....	34
Gambar 3.23	Desain <i>Box</i> Pencetak Jalur PCB dengan Sinar UV .....	34
Gambar 3.24	Perancangan Laci <i>Box</i> .....	36
Gambar 3.25	Hasil Mekanik Laci <i>Box</i> .....	37
Gambar 3.26	Perancangan Keypad dan LCD .....	37
Gambar 3.27	Pemasangan Keypad dan LCD 16x2 .....	38
Gambar 3.28	Tempat Penyinaran dengan Sinar UV .....	38
Gambar 4.1	Jalur untuk Rangkaian RTC .....	39
Gambar 4.2	Keterangan Jalur untuk Rangkaian RTC .....	39
Gambar 4.3	Hasil Pengujian 40 Detik pada Rangkaian Jalur Kecil ...	41
Gambar 4.4	Hasil Pengujian 120 Detik pada Rangkaian Jalur Kecil	41
Gambar 4.5	Jalur untuk Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	42
Gambar 4.6	Keterangan Jalur untuk Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	42
Gambar 4.7	Hasil Pengujian 20 Detik pada Rangkaian Jalur Besar ...	44
Gambar 4.8	Hasil Pengujian 50 Detik pada Rangkaian Jalur Besar ...	44
Gambar 4.9	Hasil Pengujian 120 Detik pada Rangkaian Jalur Besar	45
Gambar 4.10	Hasil Perbedaan Penyinaran Antara 2 Lampu .....	45
Gambar 4.11	Pengujian dengan 2 Lampu .....	46
Gambar 4.12	Pengujian dengan 5 Lampu .....	46
Gambar 4.13	Pengujian dengan 7 lampu .....	47
Gambar 4.14	Jalur Rangkaian .....	47
Gambar 4.15	Hasil Jalur Lebar Rangkaian .....	48
Gambar 4.16	Hasil Keseluruhan Mekanik Tampak Depan .....	49
Gambar 4.17	Hasil Keseluruhan Mekanik Ketika <i>Box</i> Bekerja .....	49
Gambar 4.18	Proses Penempelan Kertas Mika dengan PCB .....	50
Gambar 4.19	Proses Penyinaran dengan Sinar UV .....	51
Gambar 4.20	Hasil Penyinaran dengan Sinar UV .....	51

## DAFTAR TABEL

### HALAMAN

Tabel 2.1	Deskripsi Arduino Uno .....	16
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Sinar UV pada Rangkaian Jalur Kecil ..	40
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Sinar UV pada Rangkaian Jalur Besar ..	43
Tabel 4.3	Keterangan Jalur Rangkaian .....	48

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

PCB (*printed circuit board*) adalah sebuah papan yang penuh dengan sirkuit dari logam yang menghubungkan komponen elektronika yang berbeda jenis maupun sama satu sama lain tanpa kabel. Papan sirkuit ini, sudah diproduksi secara massal dengan cara pencetakan untuk keperluan elektronika dan yang ada hubungannya dengan kelistrikan. PCB dapat dibagi menjadi beberapa macam. Diantaranya adalah PCB dot, PCB *bread* dan PCB polos. PCB dot adalah PCB yang memiliki lubang untuk menancapkan komponen elektronika yang selanjutnya akan dilakukan penyolderan. Sedangkan PCB *bread* adalah PCB yang mirip dengan PCB dot namun komponen elektronika yang sudah ditancapkan tidak perlu dilakukan penyolderan sehingga komponen tersebut dapat diganti dengan mudah, karena dibawah PCB tersebut sudah terdapat logam untuk menghubungkan komponen-komponen yang tertancap diatas. Yang terakhir adalah PCB polos, merupakan PCB yang penggunaan awalnya harus dilakukan penyablonan, etching dan pengeboran untuk selanjutnya komponen bisa tertancap di PCB polos.

Saat ini, teknologi membuat rangkaian pada PCB yang banyak dilakukan oleh orang yang akan membuat suatu rangkaian mempunyai beberapa kerugian dengan membutuhkan banyak waktu. Sehingga dari hal tersebut maka saya berencana untuk membuat alat yang mempermudah pekerjaan manusia dalam membuat suatu rangkaian untuk langkah awal yaitu menggunakan mekanik yang berupa kotak *box*, dimana didalam kotak tersebut terdapat sinar UV untuk mencetak *schematic* ke PCB, lalu dari hasil jalur PCB yang telah tercetak dibutuhkan kontrol larutan *etching* yang sesuai dengan takaran yang diinginkan. Sehingga alat ini lebih efektif dan dapat di *monitoring*.

### **1.2 Permasalahan**

Berdasarkan analisa yang dilakukan pada latar belakang diatas maka permasalahan yang terjadi pada Tugas Akhir ini terjadi di dalam proses pengolahan PCB pada saat sablon yang berdampak putusnya jalur rangkaian PCB. Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk proses tersebut cukup lama.

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam Tugas Akhir adalah ukuran PCB yang digunakan terbatas dikarenakan PCB yang dapat disinari dengan sinar UV hanya sebatas luas akrilik bening yang terdapat pada *box*, yaitu sebesar 20cm x 20cm.

### **1.4 Tujuan**

Tujuan menuliskan Tugas Akhir ini adalah membuat mesin pencetak jalur PCB dengan sinar UV yang lebih efisien, jalur yang lebih detail dan tidak mempunyai dampak yang serius pada pengguna.

### **1.5 Metodologi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu, tahap persiapan, tahap perencanaan dan pembuatan alat, tahap pengujian dan analisis, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku Tugas Akhir.

Pada tahap persiapan akan dipelajari mengenai konsep penyinaran menggunakan sinar UV untuk PCB, pengendalian motor stepper dengan Arduino Uno, pengaturan timer pada lama penyinaran UV. Pada tahap perencanaan dan pembuatan alat, akan dilakukan pembuatan kotak *box* untuk tempat PCB serta penyinaran sinar UV. Setelah pembuatan kotak, maka proses selanjutnya adalah membuat tempat penampungan PCB polos dengan motor stepper, dimana tempat untuk PCB akan terbuka secara otomatis jika kita menekan *push button*. Setelah itu pembuatan tempat untuk keypad dan LCD agar sinar UV dapat diatur dengan timer yang telah diprogram sebelumnya dan lama waktu penyinaran dapat ditampilkan di LCD. Kemudian akan dilakukan pembuatan program untuk mengendalikan motor stepper dengan Arduino Uno. Kemudian pembuatan program untuk mengatur dan menampilkan lama penyinaran sinar UV dengan keypad. Setelah dilakukan perencanaan dan pembuatan alat, pengujian yang telah diperoleh maka selanjutnya akan dianalisis kesalahan atau kegagalan pada alat tersebut. Dari hasil analisis, akan ditemukan penyelesaian dari masalah tersebut dan selanjutnya ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan laporan penelitian.

### **1.6 Sistematika Laporan**

Pembahasan Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

**Bab I      Pendahuluan**

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan dan relevansi.

**Bab II     Teori Dasar**

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka, konsep dari sinar UV, motor stepper, dan timer menggunakan Arduino Uno

**Bab III    Perancangan *Hardware* dan *Software***

Bab ini membahas tentang penjelasan dari *Hardware* yang dirancang serta *Software* yang digunakan.

**Bab IV    Hasil Implementasi**

Bab ini memuat tentang pemaparan dan analisis hasil pengujian alat pada keadaan sebenarnya. Seperti pengujian sinar UV, menggerakkan laci *box* (tempat penampungan PCB) dengan motor stepper dan *countdown timer* pada sinar UV dengan keypad. Pada tiap pengujian akan ada analisis terkait metode yang digunakan.

**Bab V     Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

**1.7 Relevansi**

Hasil yang diperoleh dari Tugas Akhir ini diharapkan memberikan manfaat berupa penerapannya pada kalangan masyarakat untuk mempermudah pencetakan PCB yang sudah terdapat jalur elektronika, Mengembangkan metode dalam mencetak PCB, Mempermudah dalam mencetak PB untuk keperluan elektronika.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



## **BAB II**

### **TEORI DASAR**

#### **2.1 Sinar UV**

Radiasi Matahari adalah pancaran energi yang berasal dari proses thermouklir yang terjadi di matahari. Energi radiasi Matahari pada umumnya berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. Dalam hal ini sinar UV masuk kedalam kelompok elektromagnetik. Kelompok radiasi elektromagnetik terdiri dari 3 jenis yaitu radiasi ultraviolet (UV), cahaya tampak dan infra merah (IR). Sinar UV atau yang dikenal dengan Ultraviolet merupakan elektromagnetik yang terlentang pada rentang panjang gelombang 100nm – 400nm. Pada Tugas Akhir ini sinar UV digunakan untuk mencetak jalur rangkaian pada PCB. Sinar UV yang digunakan dalam bentuk LED Strip UV DC 12V. Bentuk Fisik Sinar UV dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Sinar UV [1]

#### **2.2 Negative Dry Film Photoresist**

*Negative dry film photoresist* adalah bahan yang tidak larut dalam larutan pengembang ketika terkena paparan radiasi. Radiasi yang dimaksud bisa dalam bentuk UV, excimer laser, dan lain – lain. Pada *negative dry film photoresist*, jika diterapkan maka bagian yang terbuka terhadap cahaya tidak dapat terlarut dalam larutan pengembang photoresist. Sedangkan pada bagian yang tidak terbuka dapat terlarut dalam larutan pengembang *photoresist*. Pada saat ini, *Photoresist* digunakan pada industri alat – alat elektronik seperti papan rangkaian cetak PCB (*printed circuit board*), seperti yang ada pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** *Negative Dry Film Photoresist* [1]

### 2.3 PCB

PCB (*Printed Circuit Board*) adalah suatu *board* tipis tempat letak komponen elektronika, yang dipasang dan dirangkai, di mana bagian sisinya terbuat dari lapisan tembaga yang digunakan untuk menyolder kaki-kaki komponen. Bahan yang digunakan untuk membuat rangkaian PCB adalah sejenis *fiber* sebagai media isolasinya yang di lapiisi cat berwarna hijau, sedangkan jalur konduktornya menggunakan tembaga.

PCB titik atau PCB lubang adalah papan rangkaian yang umum untuk merakit berbagai-macam sirkit elektronik yang tidak terlalu rumit. PCB ini paling banyak ditemui di toko-toko elektronik. PCB titik masih banyak digunakan oleh para praktisi hobbyst bahkan oleh para tekhnisi handal sekalipun untuk mencoba atau membuat sebuah sirkit/rangkaian sebelum mereka merealisasikan pola-pola sambungannya ke PCB *pattern* (PCB dengan *layout* jalur rangkaian yang tercetak).

Pada Tugas Akhir ini PCB yang digunakan yaitu PCB polos. PCB ini digunakan untuk bidang industri atau suatu rangkaian yang ingin dibuat secara otomatis karena PCB ini merupakan PCB polos. Jadi, untuk mencetak jalur rangkaian yang diinginkan terlebih dahulu harus dicetak dengan menggunakan tinta manual melalui *print* kertas HVS atau fotokopi kertas mika, lalu ditempelkan ke PCB dan kemudian dipanaskan dengan menggunakan setrika, lalu dilarutkan ke cairan pelebur tembaga. Sedangkan pada Tugas Akhir ini sinar UV digunakan untuk mencetak jalur dari tinta ke PCB polos. Bentuk fisik PCB polos yaitu seperti pada Gambar 2.3.



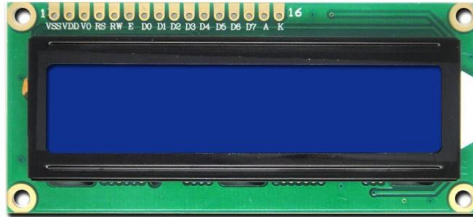
**Gambar 2.3** PCB Polos [4]

#### **2.4 Liquid Cristal Display 16X2 (LCD)**

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan suatu data, baik berupa karakter, huruf ataupun grafik. LCD yang saya pakai untuk Tugas Akhir merupakan tipe berkarakter 16x2 baris, yang dapat menampilkan 16 karakter dengan 2 baris. Pada aplikasinya tidak semua pin pada LCD 16x2 tidak terpakai. LCD tipe ini memiliki kapasitas *internal* sebanyak 80x8 bit data dan maksimum 80 karakter. Pada LCD terdapat suatu pin, kaki, atau jalur *input* dan kontrol, diantaranya adalah :

- Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) yang dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukan data.
- Pin R/W (*Read / Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* membaca data.
- Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu

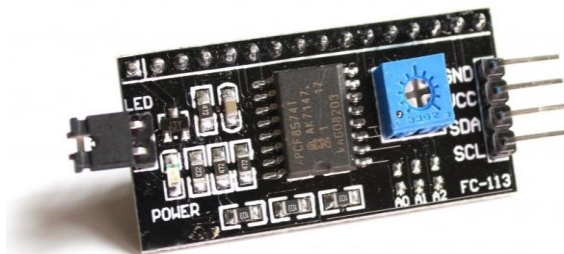
daya ke LCD sebesar 5 Volt. Bentuk fisik LCD 16x2 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Bentuk Fisik LCD 16x2 [6]

## 2.5 I2C (Inter Integrated Circuit)

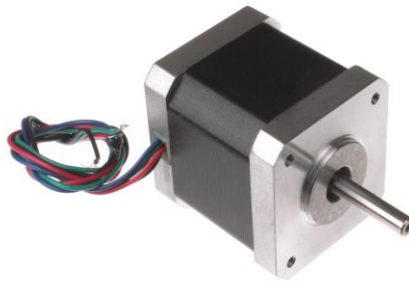
*Inter Integrated Circuit* atau yang sering disebut dengan I2C adalah standar komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran dengan disain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Pada I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. SCL merupakan jalur yang digunakan untuk mensinkronisasi transfer data pada jalur I2C, sedangkan SDA merupakan jalur untuk data. Pada Tugas Akhir ini I2C dihubungkan dengan LCD 16x2. Komponen elektronika ini didesain untuk meminimalkan penggunaan pin pada saat menggunakan display LCD 16x2. Normalnya sebuah LCD 16x2 akan membutuhkan sekurang-kurangnya 8 pin Arduino dan 1 buah potensiometer untuk dapat diaktifkan. Namun dengan I2C pin yang digunakan hanya berupa SDA, SCK, VCC, dan GND. Bentuk I2C dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** I2C (*Inter Integrated Circuit*) [6]

## 2.6 Motor Stepper

Motor stepper merupakan motor DC yang tidak mempunyai komutator. Umumnya motor stepper hanya mempunyai kumparan pada bagian stator sedangkan pada bagian rotor merupakan magnet permanen (bahan ferromagnetic). Karena konstruksi inilah maka motor stepper dapat diatur posisinya pada posisi tertentu dan/atau berputar ke arah yang diinginkan, apakah searah jarum jam atau sebaliknya. Bentuk fisik motor stepper dapat dilihat pada Gambar 2.6.



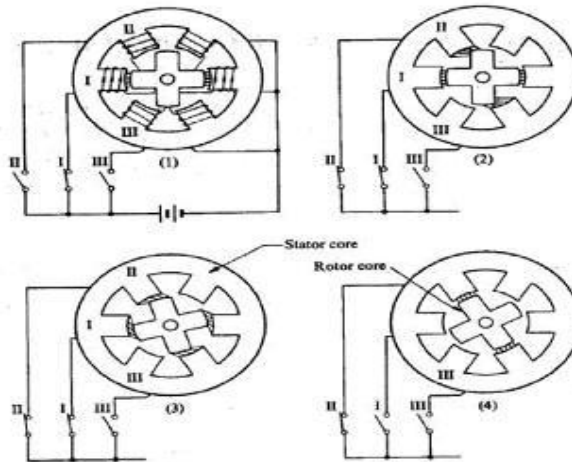
**Gambar 2.6** Motor Stepper [8]

### 2.6.1 Prinsip Kerja Motor Stepper

Prinsip kerja motor stepper mirip dengan motor DC, sama-sama dicatu dengan tegangan DC untuk memperoleh medan magnet. Bila motor DC memiliki magnet tetap pada stator, motor stepper mempunyai magnet tetap pada rotor. Adapun spesifikasi dari motor stepper adalah banyaknya fasa, besarnya nilai derajat per step, besarnya volt tegangan catu untuk setiap lilitan, dan besarnya arus yang dibutuhkan untuk setiap lilitan.

Motor stepper dapat berputar atau berotasi dengan sudut step yang bisa bervariasi tergantung motor yang digunakan. Motor stepper dapat mengubah pulsa listrik yang diberikan menjadi suatu gerakan motor *discret* (terputus) yang disebut *step* (langkah). Satu putaran pada motor stepper memerlukan  $360^0$  dengan jumlah langkah yang tertentu perderajatnya. Ukuran kerja dari motor stepper biasanya diberikan dalam jumlah langkah per-putaran per-detik. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan adanya pengendali motor

stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodic. Konsep dasar pada motor stepper dapat dilihat pada Gambar 2.7



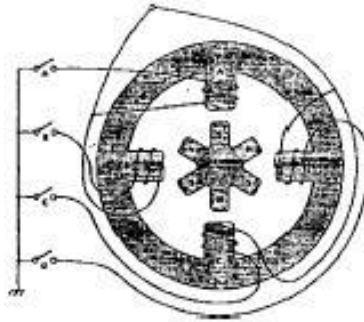
**Gambar 2.7** Konsep Dasar Motor Stepper [8]

Dari Gambar 2.7 terdapat beberapa istilah diantaranya adalah sebagai berikut.

- **Stator Core** : Struktur bagian terluar dan memiliki enam poles/teeth.
- **Rotor** : Bagian dalam yang terdiri dari empat poles.

Baik Stator maupun rotor dibuat dari *soft steel*. Pada Gambar 2.7 nampak bahwa stator memiliki tiga set *windings*. Satu set *windings* dikatakan sebagai satu fasa. Jadi, dapat dikatakan bahwa Gambar 2.7 merupakan motor tiga fasaa.

Motor stepper banyak digunakan dalam bidang industri terutama dipakai pada suatu mesin atau peralatan kontrol digital yang membutuhkan ketepatan posisi. Keunggulan motor stepper lainnya adalah frekuensi pulsa *input*-nya tidak tergantung pada beban. Perputaran motor stepper adalah perputaran yang diskrit dan arah perputarannya dapat searah ataupun berlawanan dengan arah jarum jam. Stuktur sederhana dari motor stepper tampak pada Gambar 2.8



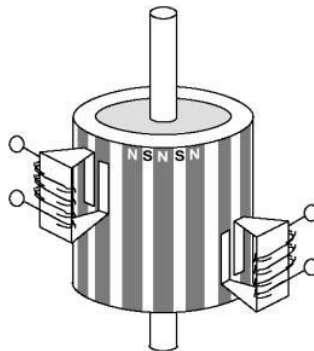
**Gambar 2.8** Struktur Motor Stepper Sederhana [8]

### 2.6.2 Jenis Motor Stepper

Berdasarkan prinsip kerjanya, motor stepper terbagi menjadi tiga jenis motor. Ketiga jenis motor stepper tersebut adalah :

#### 1. *Permanent Magnet* (PM)

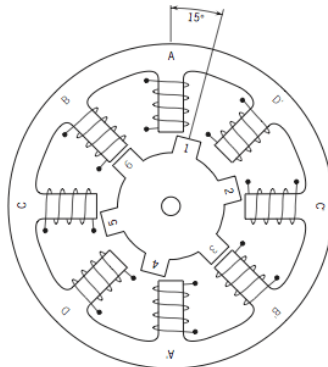
Motor stepper berjenis PM adalah motor stepper yang rotornya merupakan magnet yang permanen, stator memperoleh medan magnet dari lilitan yang melingkari stator tersebut sehingga stator menghasilkan kutub – kutub magnet. Dengan adanya interaksi antara fluks rotor dengan gaya magnet stator maka motor stepper ini akan bergerak atau beroperasi. Terjadinya fluks dapat terjadi karena pembiasan dari magnet rotor. Konstruksi motor ini dapat dilihat pada Gambar 2.9.



**Gambar 2.9** Konstruksi Motor Stepper *Magnet Permanent* [10]

## 2. *Variable Reluctance (VR)*

Motor stepper jenis ini memiliki bentuk rotor yang unik yaitu berbentuk silinder dan pada semua unitnya memiliki gerigi yang memiliki hubungan dengan kutub-kutub stator. Rotor pada magnet tipe ini tidak menggunakan magnet permanent. Stator terlilit oleh lilitan sehingga pada saat teraliri arus, stator akan menghasilkan kutub magnet. Jumlah gerigi pada rotor akan menentukan langkah atau step motor. Perbedaan motor stepper berjenis PM dengan VR yaitu motor berjenis VR memiliki torsi yang relatif lebih kecil dibanding dengan motor stepper berjenis PM. Hal lain yang dapat dilihat adalah sisa kemagnetan sangat kecil sehingga pada saat motor stepper tidak dialiri arus maka ketika diputar tidak ada torsi yang melawan. Sudut langkah motor stepper berjenis VR ini bervariasi yaitu sekitar sampai dengan  $30^\circ$ . Motor stepper berjenis VR ini memiliki torsi yang kecil. Sering ditemukan pada printer dan instrumen-instrumen pabrik yang ringan yang tidak membutuhkan torsi yang besar. Berikut ini adalah penampang melintang dari motor stepper tipe *Variable Reluctance (VR)*, yang ada pada Gambar 2.10.



**Gambar 2.10** Konstruksi Motor Stepper *Variable Reluctance* [8]

## 3. *Permanent Magnet – Hybrid (PM-H)*

*Permanent Magnet Hybrid* merupakan salah satu penyempurnaan motor stepper di mana motor stepper ini memiliki kecepatan 1000 step/detik namun juga memiliki torsi yang cukup besar sehingga dapat dikatakan bahwa PM-H



merupakan motor stepper kombinasi antara PM dan VR motor stepper. Motor *hybrid* mengkombinasikan karakteristik terbaik dari motor *variable* reluktansi dan motor magnet permanent. Motor ini dibangun dengan kutub stator yang banyak-gigi dan rotor magnet permanent. Motor *hybrid* standar mempunyai 200 gigi rotor dan berputar pada 1,8 derajat sudut step. Karena memperlihatkan torsi tinggi dan dinamis serta berputar dengan kecepatan yang tinggi maka motor ini digunakan pada aplikasi yang sangat luas. Konstruksi motor ini dapat dilihat pada Gambar 2.11.



**Gambar 2.11** Konstruksi Motor Stepper *Permanent Magnet – Hybrid* [10]

## 2.7 Keypad 4X4

Keypad merupakan salah satu komponen elektronik yang digunakan sebagai masukan, disusun dari beberapa tombol/switch dengan teknik matriks. Berdasarkan penjelasan tersebut, bahwa sebenarnya keypad merupakan tombol-tombol yang dirangkai menjadi sebuah paket dengan teknik menghubungkan satu tombol dengan tombol yang lain dengan teknik matriks. Teknik matriks adalah bisa dikatakan array, memiliki kolom dan baris lebih dari satu.

Pada Tugas Akhir ini saya menggunakan keypad 4x4. Sehingga bisa dikatakan bahwa keypad tersusun atas 16 buah *push button* yang dirangkai dengan konfigurasi dalam bentuk matriks. Prinsip kerja dari keypad dilakukan secara matriks, yaitu dengan teknik *scanning*, dan proses tersebut dilakukan dengan cara memberikan umpan-data pada satu bagian dan mengecek *feedback* (umpan balik) pada bagian yang lain. Dalam hal ini, pemberian umpan data dilakukan pada bagian baris dan pengecekan umpan balik pada bagian kolom. Bentuk fisik Keypad dapat dilihat pada Gambar 2.12.



**Gambar 2.12** Keypad 4x4 [9]

## 2.8 Easy Driver Motor

*Easy driver motor* adalah pengarah-kendali motor langkah dua arah (*Bi-polar Stepper Motor Driver*) yang mudah digunakan. Modul ini menggunakan IC Allegro A3967, yang mampu mengarah-kendalikan motor stepper dengan arus antara 150 mA hingga 750 mA per fasa. Modul ini dapat digunakan untuk motor stepper bertegangan hingga 30 Volt DC dengan 4 kabel, 6 kabel, atau 8 kabel kendali. Pada tugas ini saya menggunakan motor stepper dengan 4 kabel. *Easy driver motor* dapat dilihat pada Gambar 2.13.



**Gambar 2.13** Easy Driver Motor [10]

## 2.9 Mikrokontroler Arduino

Arduino adalah *platform* prototipe elektronik *open-source*, yang berdasarkan perangkat keras dan lunak yang fleksibel. Pada saat ini

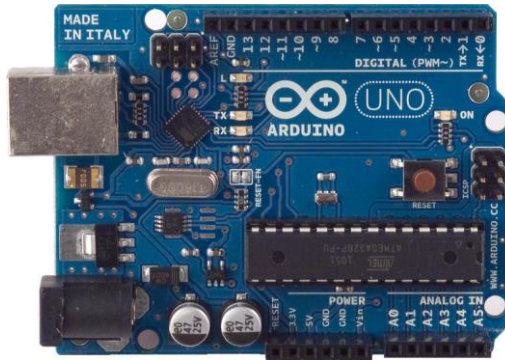
Arduino dapat diperuntukkan untuk siapapun yang tertarik untuk membuat alat karena mudah digunakan. Sebenarnya Arduino secara fisik adalah mikrokontroler karena Arduino berbentuk rangkaian elektronik dengan ukuran fisik yang kecil dan berfungsi sebagai kontroler. Dalam aplikasinya Arduino dapat dihubungkan dengan sensor yang akan memberikan informasi keadaan obyek atau lingkungan di sekitarnya, kemudian mengolah informasi tersebut lalu menghasilkan suatu aksi. Proses ini akan dilakukan berulang-ulang. Dalam Tugas Akhir ini saya menggunakan *board* mikrokontroler Arduino Uno.

### 2.9.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah piranti mikrokontroler yang menggunakan ATmega328. *Board* ini memiliki 14 *digital input* atau *output pin*. Dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 pin digunakan sebagai *input analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *power jack*, dan tombol *reset*. Modul ini memiliki segala yang dibutuhkan untuk memprogram mikrokontroler seperti kabel USB dan catu daya melalui adaptor atau baterai.

Arduino Uno tidak memerlukan *flash* program *external* karena di dalam chip mikrokontroler Arduino telah diisi dengan *bootloader* yang membuat proses *upload* program yang kita buat menjadi lebih sederhana dan cepat. Untuk memulai pemakaian mikrokontroler arduino, kita hanya perlu menghubungkan kabel USB ke komputer atau listrik dengan adaptor dari AC ke DC baterai.

*Board* Arduino Uno dapat diberi *power supply* yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau melalui *power supply* eksternal. *Power supply* eksternal dapat diperoleh dari adaptor AC-DC atau bahkan baterai, melalui jack DC yang tersedia di board tersebut. Kita juga dapat menghubungkan langsung ke GND dan pin Vin yang ada di board. Tegangan yang dapat diberikan ke arduino ini antara 6V hingga 20V. Namun tetap harus memperhatikan beberapa hal dalam rentang tegangan ini. Jika tegangan yang diberikan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa over heat. Jika hal ini terjadi mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna, bahkan jika over heat yang pada akhirnya bisa merusak PCB. Oleh karena itu, tegangan yang direkomendasikan adalah 7V hingga 12V. Bentuk fisik Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.14. Sedangkan untuk spesifikasi lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.1



**Gambar 2.14** Bentuk Fisik Arduino Uno [7]

**Tabel 2.1** Deskripsi Arduino Uno

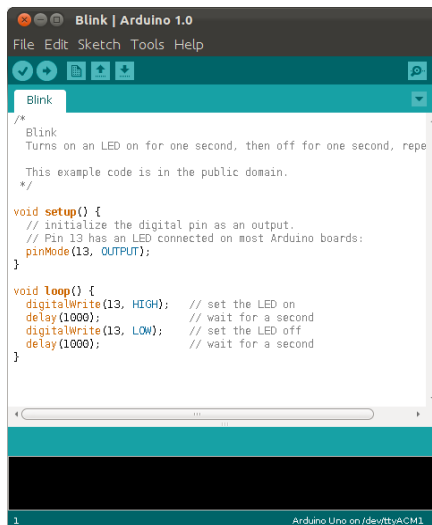
Chip mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5V
Tegangan <i>input</i> (yang direkomendasikan, via jack DC)	7V – 12V
Tegangan <i>input</i> (limit, via jack DC)	6V – 20V
Digital I/O	14 pin, 6 pin diantaranya menyediakan <i>output</i> PWM
Analog <i>input</i> pin	6
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB, 0,5 KB digunakan untuk oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
Dimensi	68,6 mm x 53,4 mm
Berat	25 g

## 2.10 Pemrograman Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, yang dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* (perangkat keras)-nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software* (perangkat lunak)-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Mikrokontroler *single-board* yang bersifat *open source hardware* dikembangkan untuk arsitektur mikrokontroler AVR 8 bit dan ARM 32 bit

Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut dan kemudian menghasilkan output seperti yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan *input*, proses, dan *output* sebuah rangkaian elektronik.

Pemrograman pada board Arduino Uno dilakukan dengan menggunakan Arduino Software (IDE). Pada Arduino Uno terdapat chip ATmega328 yang telah diisi program awal yang sering disebut *bootloader*. Dengan *bootloader* ini kita dapat lebih mudah untuk melakukan pemrograman yang lebih sederhana pada Arduino Software karena tanpa harus menggunakan tambahan *hardware* lain. Berikut merupakan contoh tampilan pemrograman arduino dengan *software* Arduino IDE, yang tertera pada Gambar 2.15



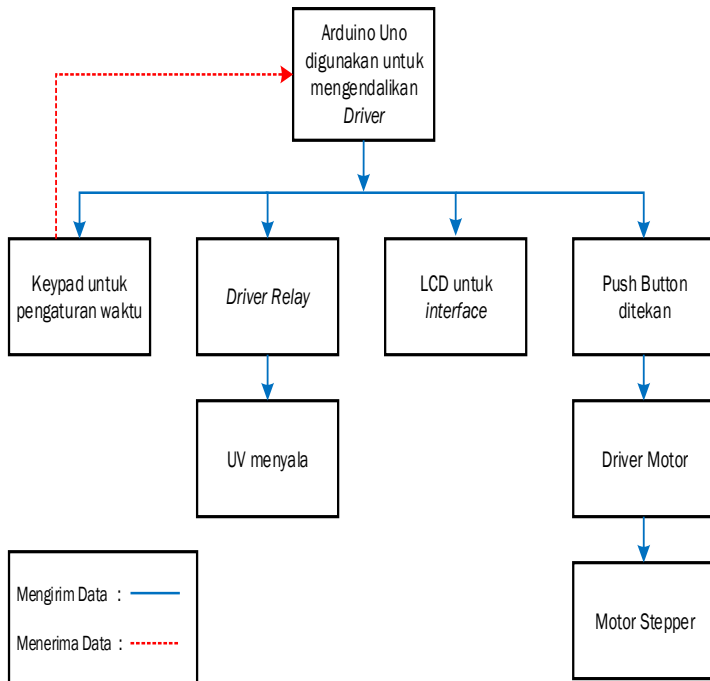
**Gambar 2.15** Contoh Tampilan Pemrograman Arduino pada Arduino IDE

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

### BAB III

## PERANCANGAN *HARDWARE* DAN *SOFTWARE*

Bab ini membahas tentang tahapan yang dilakukan terhadap perancangan dan pembuatan Tugas Akhir Perancangan Mesin Pencetak Jalur PCB dengan sinar UV. Bagian awal dari bab ini akan dibahas mengenai blok dari Tugas Akhir pada Gambar 3.1 berikut.



**Gambar 3.1** Diagram Fungsional *Prototype* Tugas Akhir

Penjelasan Diagram Fungsional :

1. Sinar UV : Digunakan untuk mencetak jalur rangkaian pada PCB
2. *Push button* : Digunakan untuk perintah laci *box* maju dan mundur.
3. Keypad : Digunakan untuk mengatur lama waktu penyinaran pada Sinar UV.

4. LCD 16x2 : Berfungsi untuk menampilkan *countdown timer* dari pengaturan waktu di keypad selama sinar UV menyinari PCB .
5. *Driver Relay* : Digunakan untuk
6. Arduino Uno: Digunakan untuk mengendalikan *driver motor* dan *driver relay*.
7. *Driver Motor*: Digunakan untuk mengatur arah putaran motor.
8. Motor Stepper: Digunakan untuk menggerakkan laci *box* secara *forward* maupun *reverse*
9. *Driver Relay* : Digunakan untuk menyalakan LED dan motor secara otomatis dari jarak tertentu

Bab ini membahas tentang tahapan yang dilakukan terhadap perancangan dan pembuatan Tugas Akhir Perancangan Mesin Pencetak Jalur PCB menggunakan Sinar UV. Bagian awal dari bab ini akan dibahas mengenai alur diagram dari Tugas Akhir yang ada pada Gambar 3.1

Secara umum sistem yang terdapat pada Gambar 3.1 adalah sistem kerja alat, pada Tugas Akhir ini. PCB dipersiapkan terlebih dahulu, dimana PCB ini sebagai tempat untuk peletakan jalur komponen elektronika yang akan disablon. Untuk mencetak PCB dengan menggunakan Sinar UV, maka langkah pertama yaitu membuat PCB photoresist. Cara membuat PCB *photoresist* yaitu dengan menggunakan *negative dry film photoresist*. *Negative dry film photoresist* ditempel terlebih dahulu ke PCB. Setelah *negative dry film photoresist* benar-benar telah rekat dengan PCB maka selanjutnya PCB ditempel dengan kertas mika yang telah tercetak *layout*. Setelah PCB telah siap, tekan *push button* satu kali pada *box* agar motor stepper pada laci *box* bergerak maju keluar *box*. Masukkan PCB kedalam tempat peletakan PCB yang nantinya akan disinari dengan Sinar UV. Setelah PCB telah diletakkan, tekan *push button* satu kali lagi agar motor stepper pada laci *box* bergerak mundur dan memasukkan PCB ke ruang penyinaran UV. Setelah itu, atur waktu lama penyinaran UV dengan menggunakan keypad. Lama penyinaran UV bergantung pada jumlah lampu sinar UV yang digunakan dan jenis sinar UV yang digunakan. Apabila waktu telah diatur, maka sinar UV akan menyala secara otomatis dan akan bersinar selama waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Saat sinar UV menyala, indikator *countdown timer* akan ditampilkan pada LCD 16x2. Ketika waktu telah mencapai batas yang telah ditentukan maka lampu pada sinar UV akan mati secara otomatis dan penyinaran pun berhenti. Setelah jalur telah tercetak, tekan *push button* untuk mengeluarkan laci



*box*. Sistem kerja pada tahap ini sama dengan sistem kerja pada awal memasukkan PCB ke *box*. Jadi, saat kita tekan *push button* motor stepper pada laci *box* bergerak maju. Lalu, ambil PCB yang telah selesai tercetak jalurnya. Untuk memasukkan laci kembali, tekan *push button* agar motor stepper pada laci *box* bergerak mundur dan masuk kembali ke dalam *box*.

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini diperlukan beberapa komponen pokok untuk merancang alat yang sesuai dengan harapan yakni Mikrokontroler pada Tugas Akhir ini menggunakan Arduino Uno sebagai pusat kendali sistem dan menyimpan program *countdown timer* dan pengaturan motor. Disamping itu juga ada beberapa komponen penting yang dirancang pada alat ini, antara lain sebagai berikut.

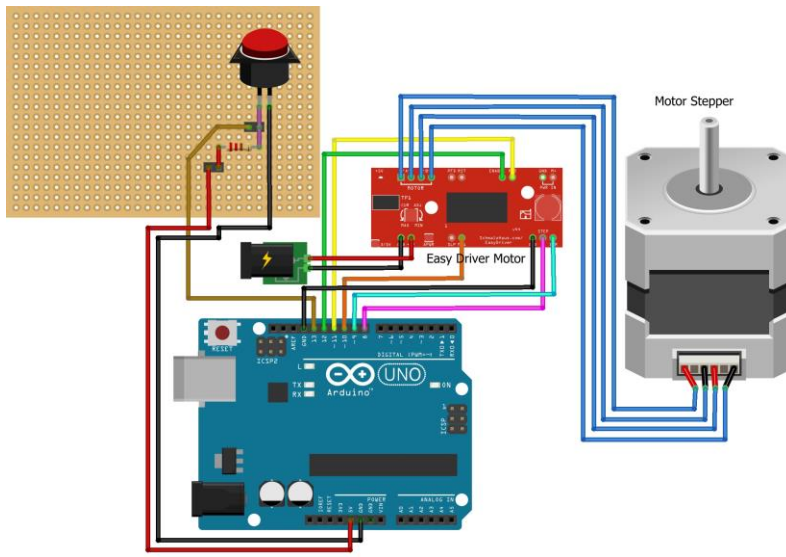
1. Sinar UV, berfungsi untuk mencetak jalur rangkaian dari kertas mika ke PCB dengan bantuan *negative dry film photoresist*.
2. Motor Stepper, berfungsi untuk menggerakkan laci *box* secara *forward* maupun *reverse*
3. Keypad, berfungsi untuk mengatur lama waktu penyinaran sinar UV
4. LCD 16x2, berfungsi untuk menampilkan lama waktu penyinaran sinar UV.

### **3.1 Perancangan Hardware**

1. Perancangan *Push Button* dan Motor Stepper dengan Arduino
2. Rangkaian *Power supply*
3. Rangkaian *Driver Relay*
4. Rangkaian *Easy Driver Motor*
5. Perancangan *Countdown Timer* dengan keypad dan *Interface LCD*

#### **3.1.1 Perancangan Push Button dan Motor Stepper dengan Arduino**

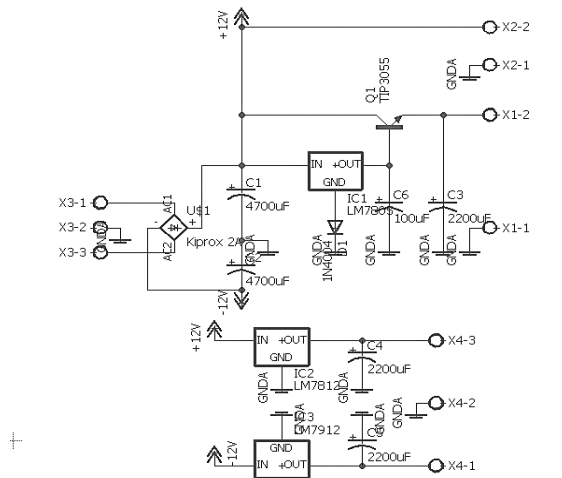
Motor Stepper disini berguna untuk menggerakkan laci pada *box*. Pada Tugas Akhir ini, motor stepper akan bergerak secara otomatis ketika kita menekan *push button* yang ada pada *box*. Untuk merealisasikan hal tersebut saya juga menggunakan Arduino Uno. Untuk lebih jelasnya *wiring diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Wiring Diagram Push Button dan Motor Stepper dengan Arduino

### 3.1.2 Rangkaian Power Supply

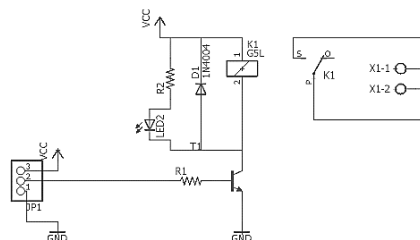
Sumber arus *power supply* adalah sumber AC (bolak – balik) dari pembangkit listrik. Oleh karena itu, diperlukan adanya perangkat *power supply* yang dapat mengubah sumber tegangan AC menjadi DC. *Power supply* merupakan suatu piranti komponen elektronika yang berfungsi sebagai suplayer arus listrik dengan terlebih dahulu merubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*). Pada Tugas Akhir ini *power supply* digunakan saat proses penyinaran dengan LED strip UV karena LED ini membutuhkan tegangan DC 12V. Dari rangkaian *power supply*, digunakan penurun tegangan dari 220V AC menjadi 12V DC. Proses penurunan tegangan tersebut dapat terjadi karena adanya IC penurun tegangan dengan tipe IC 7812, serta beberapa kapasitor untuk mengurangi *noise* pada tegangan DC yang dihasilkan. Arus yang dibutuhkan untuk menyalakan LED strip ini tidak terlalu besar sehingga arus yang digunakan berjenis CT dengan arus sebesar 1A. Untuk lebih lengkapnya, rangkaian *power supply* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Rangkaian Power Supply

### 3.1.3 Rangkaian Driver Relay

*Relay* merupakan suatu piranti elektronik yang bekerja berdasarkan elektromagnetik. Pada dasarnya rangkaian *driver relay* bisa mengendalikan pengoperasian sesuatu dari jarak jauh dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energi. Pada Tugas Akhir ini *relay* dapat mempermudah dan mempercepat pekerjaan karena dengan *relay* ini kita dapat mengontrol dan mengoperasikan perangkat dari luar *box*. Pada rangkaian *relay* yang telah dibuat, LED digunakan sebagai indikator pada *relay* yang bekerja (dari NO menjadi NC). Dioda dan transistor PNP juga menjadi komponen penting dalam rangkaian ini karena digunakan sebagai pengaman pada *relay*. Untuk lebih jelasnya, rangkaian *relay* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



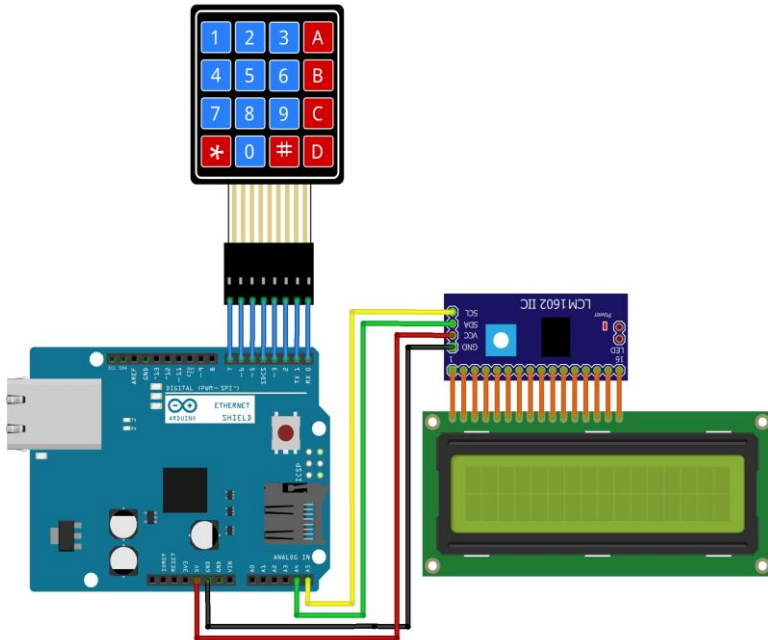
**Gambar 3.4** Rangkaian Driver Relay

### **3.1.4 Rangkaian *Easy Driver Motor***

*Easy Driver* adalah motor penggerak stepper yang mudah digunakan, motor ini kompatibel dengan apapun yang dapat mengeluarkan pulsa 0 sampai 5V digital. *Easy Driver* membutuhkan *supply* 7V sampai 30V untuk menyalakan motor dan voltase motor stepper. *Easy Driver* memiliki regulator tegangan yang dapat diatur ke 5V atau 3.3V. Pada Tugas Akhir ini hubungkan motor stepper dengan arduino. *Easy Driver* mengendarai motor bi-polar, Yaitu 4,6, atau 8 motor stepper kawat.

### **3.1.5 Perancangan *Countdown Timer* dengan Keypad dan *Interface LCD***

*Countdown Timer* pada Tugas Akhir ini berfungsi untuk penghitung waktu mundur pada sinar UV. Untuk memasukkan nilai waktu maka dibutuhkannya keypad sebagai *input*. Keypad yang digunakan pada Tugas Akhir ini yaitu keypad 4x4. Keypad 4x4 mempunyai jumlah 4 baris dan 4 kolom. Pada Arduino Uno hubungkan pin 7, 6, 5, 4, dengan baris pada keypad. Sedangkan pada pin 3, 2, 1, 0 hubungkan dengan kolom pada keypad. Lama waktu penyinaran sinar UV bergantung pada *input* keypad. Jadi, sinar UV akan menyala secara otomatis jika waktu telah diatur. Begitu juga sebaliknya, lampu akan mati secara otomatis jika waktu telah habis sesuai dengan nilai awal keypad yang dimasukkan. Dalam penghitungan waktu mundur tentunya dibutuhkan tampilan agar dapat mengetahui berapa lama sinar UV telah menyala dan berapa waktu sisa sampai waktu habis dan sinar UV akan mati. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini juga dibutuhkannya LCD 16x2 sebagai tampilan waktu tersebut. LCD ini tidak hanya berfungsi untuk tampilan hitung mundur ketika penyinaran sedang berlangsung. Tetapi juga berfungsi sebagai tampilan jumlah waktu pada saat nilai awal keypad dimasukkan. Pada LCD 16x2 hubungkan dengan I2C. Lalu pada I2C hubungkan dengan Ardunio Uno. Pin SDA pada I2C hubungkan dengan pin A4 pada Arduino Uno. Sedangkan pin SCL pada I2C hubungkan dengan pin A5 yang terdapat di Arduino Uno. *Wiring diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Wiring Diagram Perancangan Keypad dan LCD

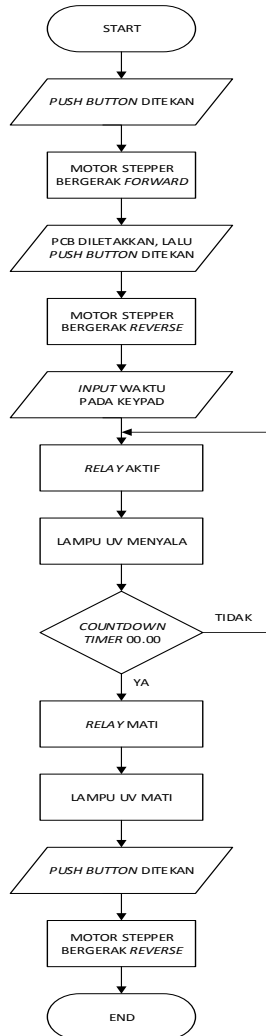
### 3.2 Perancangan Software

Dalam Tugas Akhir ini ada beberapa rancangan *software* yang dibuat agar sistem dapat bekerja dengan menggunakan pemograman arduino. Rancangan tersebut antara lain :

1. Pembuatan jalur rangkaian dengan EAGLE
2. Program *push button* untuk gerak Motor Stepper
3. *Software countdown timer* dengan Keypad dan Interface LCD

### 3.2.1 Flowchart Program Alat

Secara keseluruhan sistem kerja alat dapat dilihat *flowchart* , yang tertera pada Gambar 3.6 dibawah ini.

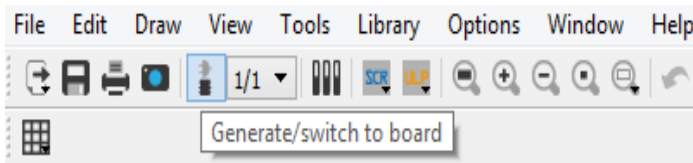


**Gambar 3.6** *Flowchart Program*

### 3.2.2 Pembuatan Jalur Rangkaian dengan EAGLE

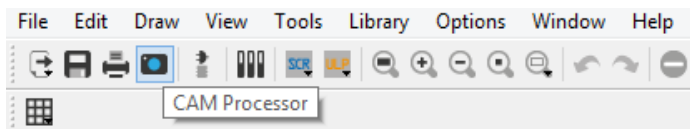
Pada pembuatan jalur rangkaian, terdapat beberapa hal yang berbeda daripada sablon biasa dengan menggunakan setrika, terutama pada *layout* yang dicetak dari EAGLE. Jika menggunakan setrika, warna jalur *layout* yang akan dicetak berwarna hitam. Dengan menggunakan sinar UV dan Dry film photoresist maka warna *layout* yang dicetak dibalik. Warna yang nantinya digunakan sebagai jalur rangkaian berwarna putih. Sedangkan yang tidak digunakan sebagai jalur rangkaian berwarna hitam. Berikut merupakan langkah-langkah untuk membalik warna *layout* pada EAGLE.

1. Buka aplikasi EAGLE, lalu pilih schematic yang akan dicetak jalurnya. Kemudian pilih fungsi *Generate/switch to board* untuk mengatur peletakan komponen yang akan dibuat jalur rangkaiannya. Lakukan seperti pada Gambar 3.7 berikut ini.



**Gambar 3.7** Merubah *Schematic* ke *Board* pada EAGLE

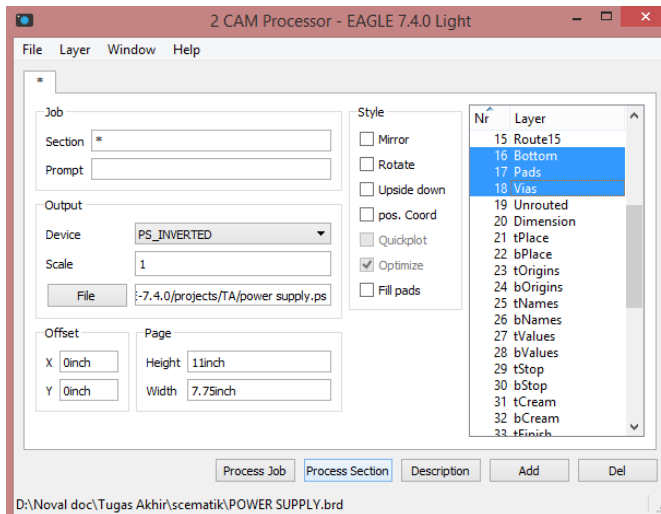
2. Setelah masuk kedalam *window Board*, selanjutnya yaitu atur peletakan komponen untuk mencetak jalur rangkain sesuai dengan keinginan. Jika telah selesai, pilih fungsi tab *CAM Processor* seperti pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8** Fungsi Tab *CAM Processor* pada *Board* EAGLE

3. Pada window *CAM processor* ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain :
  - *Output Device* : PS\_INVERTED
  - *File* : (Pilih file yang akan dicetak jalurnya)
  - *Style* : (Jangan centang semua)
  - *Layer* : Centang *Bottom*, *Pads*, dan *Vias*

Jika sudah klik *Process Section*. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 3.9



**Gambar 3.9** CAM processor

4. Langkah terakhir yaitu mengubah ekstensi file dari CAM processor (.ps) ke bentuk ekstensi PDF / Word agar dapat di print.

### 3.2.3 Program Push Button untuk Gerak Motor Stepper

Pada program pertama untuk Tugas Akhir ini yaitu program untuk mengeluarkan laci box dengan motor stepper menggunakan 1 push button. Langkah pertama dalam program ini yaitu menentukan deklarasi pin pada driver motor stepper dan push button. Pada Tugas Akhir ini digunakan easy driver motor. Pada easy driver motor ada beberapa pin yang digunakan antara lain stp, dir, MS1, MS2, EN. Untuk peletakan pin pada arduino terserah dari pengguna. Sedangkan pada push button, input yang digunakan hanya 1 pin saja. Program tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.10 dan 3.11 dibawah ini.

```
#define stp 8
#define dir 9
#define MS1 10
#define MS2 11
#define EN 12
```

**Gambar 3.10** Deklarasi Program Motor



```

//Declare variables for stepper and push button
char user_input;
int pin = 13;
int button;
int x;
int y;
int state;
int kondisi = 0;

```

**Gambar 3.11** Deklarasi Program *Push Button*

Pada program selanjutnya yaitu mengeluarkan laci *box* dengan 1 *push button*. Apabila laci berada di dalam *box* dan *push button* ditekan satu kali maka motor akan memutar *belt* dan laci akan keluar. Bila *push button* ditekan lagi maka laci akan masuk ke dalam *box*. Sistem akan berjalan terus sampai seperti itu selama *push button* ditekan. Program mengeluarkan laci box dapat dilihat pada Gambar 3.12.

```

void loop() {
    button = digitalRead(pin);
    if (button == 0 && kondisi==0){
        kondisi=kondisi+1;
    }
    else if (button == 1 && kondisi==1){
        StepForwardDefault();
        kondisi=kondisi+1;
    }
    else if (button == 1 && kondisi==2){
        ReverseStepDefault();
        kondisi=kondisi-1;
    }
}

```

**Gambar 3.12** Program Mengeluarkan Laci *Box* dengan 1 *Push Button*

Pada saat mengeluarkan dan memasukkan laci *box* terdapat program untuk mengatur kecepatan motor stepper. Laci *box* memiliki jarak maksimal untuk tempat penampungan PCB. Oleh karena itu, dibutuhkan fungsi agar motor dapat berhenti tepat ketika laci telah berada diluar *box*. Begitu juga ketika laci masuk kedalam *box*, kecepatan motor stepper harus tepat agar laci tidak bergerak terus dan menabrak sisi belakang *box*. Pada program ini lebih dikenal dengan istilah *Forward* dan *Reverse*. Untuk program *forward* dan *reverse* laci *box* dapat dilihat pada Gambar 3.13 dan 3.14.

```

void StepForwardDefault()
{
    digitalWrite(dir, LOW); //Pull direction pin low to move
    for(x= 1; x<700; x++) //Loop the forward stepping enough times
    {
        digitalWrite(stp,HIGH); //Trigger one step forward
        delay(1);
        digitalWrite(stp,LOW); //Pull step pin low so it can
        delay(1);
    }
}

```

**Gambar 3.13** Program Mengeluarkan Laci *Box*

```

void ReverseStepDefault()
{
    digitalWrite(dir, HIGH); //Pull direction pin high to move
    for(x= 1; x<700; x++) //Loop the stepping enough times
    {
        digitalWrite(stp,HIGH); //Trigger one step
        delay(1);
        digitalWrite(stp,LOW); //Pull step pin low so it can
        delay(1);
    }
}

```

**Gambar 3.14** Program Memasukkan Laci *Box*

### 3.2.4 Program *Countdown Timer* dengan Keypad dan *Interface LCD*

Program selanjutnya yaitu mengatur lama waktu penyinaran dengan sinar UV menggunakan keypad 4x4 dan ditampilkan pada LCD 16x2. Langkah pertama yaitu menentukan deklarasi dari keypad tersebut. pada keypad ini digunakan 4x4 sehingga pin yang digunakan sejumlah 8 buah pin. Rows dan cols pada program menunjukkan jumlah baris dan kolom pada keypad. Untuk lebih jelasnya program dapat dilihat pada Gambar 3.15.

```
//define the keypad
const byte rows = 4;
const byte cols = 4;
char keys[rows][cols] = {

    {'1','2','3','A'},
    {'4','5','6','B'},
    {'7','8','9','C'},
    {'*','0','#','D'},
};

byte rowPins[rows] = {7,6,5,4};
byte colPins[cols] = {3,2,1,0};
```

**Gambar 3.15** Deklarasi Keypad 4x4

Pada Sinar UV dibutuhkan suatu deklarasi agar Sinar UV tersebut dapat tersambung ke *relay* dan dapat bekerja ketika *relay* aktif. Gunakan program seperti pada Gambar 3.16. Pada LED UV hubungkan pin pada *relay* ke pin 12 pada Arduino Uno. Sedangkan pin lampu UV AC 220V pada *relay* hubungkan dengan pin A2 pada Arduino Uno.

```
int controlPin = A0;
int ACPin = A1;
```

**Gambar 3.16** Deklarasi Sinar UV

Untuk menyalakan dan mematikan sinar UV secara otomatis dibutuhkan suatu *relay*. *Relay* nantinya akan dihubungkan dengan *power supply* dan sinar UV. Dalam Tugas Akhir ini *relay* yang digunakan sebanyak 2 *channel*, yaitu untuk menyalakan lampu LED UV dan lampu Sinar UV AC 220V. Program untuk awal deklarasi *relay* ini dapat dilihat pada Gambar 3.17.

```
//setup and turn off relay
pinMode(controlPin, OUTPUT);
pinMode(ACPin, OUTPUT);
digitalWrite(controlPin, LOW);
digitalWrite(ACPin, LOW);
```

**Gambar 3.17** Deklarasi *Relay*

Pada *countdown timer* dibutuhkan program pada kondisi awal saat keypad belum mengatur waktu dan sinar UV belum menyala. Lalu,

program selanjutnya yaitu saat keypad ditekan dan diatur waktunya. Waktu yang diatur saat keypad ditekan harus sesuai dengan angka yang tertera pada keypad. Waktu yang diatur nantinya mempunyai *delay* selang 1 detik. Untuk mengaktifkan waktu yang telah diatur digunakan tombol '#' pada keypad. Jadi *relay* akan mengaktifkan power pada sinar UV ketika tombol '#' ditekan. Sedangkan untuk mengembalikan waktu ke kondisi awal dan memberhentikan penyinaran ketika sedang berlangsung digunakan tombol '\*' pada keypad. Untuk program pada kondisi awal dan saat keypad telah diatur dapat dilihat pada Gambar 3.18 dan 3.19.

```
//setup default time to 00:00
currentTimeValue[0]='0';
currentTimeValue[1]='0';
currentTimeValue[2]='0';
currentTimeValue[3]='0';
showEnteredTime();
```

**Gambar 3.18** Kondisi Awal Saat Waktu Belum Diatur

```
case '#':
tempVal[0] = currentTimeValue[0];
tempVal[1] = currentTimeValue[1];
tempVal[2] = 0;

timerSeconds = atol(tempVal) * 60;

tempVal[0] = currentTimeValue[2];
tempVal[1] = currentTimeValue[3];
tempVal[2] = 0;

timerSeconds = timerSeconds + atol(tempVal);
currentState = 2;
break;

default:
currentTimeValue[0] = currentTimeValue[1];
currentTimeValue[1] = currentTimeValue[2];
currentTimeValue[2] = currentTimeValue[3];
currentTimeValue[3] = key;
showEnteredTime();
break;
```

**Gambar 3.19** Program Saat Keypad Telah Diatur dan Penyinaran Sedang Berlangsung

Pada saat penyinaran berlangsung, lampu sinar UV dapat diberhentikan secara otomatis jika waktu penyinaran dirasa cukup.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa pada tombol '\*' dapat berfungsi sebagai *reset* dan mematikan sinar UV secara manual melalui keypad. Program untuk memberhentikan penyinaran sinar UV dapat dilihat pada Gambar 3.20.

```

if (currentState == 2) {
    if (int(key) != 0) {
        if (key == '*') {
            relayStatus(false);
            displayCodeEntryScreen();
            currentTimeValue[0]='0';
            currentTimeValue[1]='0';
            currentTimeValue[2]='0';
            currentTimeValue[3]='0';
            showEnteredTime();
            currentState = 1;
            lpcnt = 0;
            timerSeconds = 0;
        }
        } else {

```

**Gambar 3.20** Program Memberhentikan Penyinaran Sinar UV

Program selanjutnya yaitu penyinaran yang berlangsung secara otomatis karena terdapat *relay* yang mengaktifkan dan mematikan sinar UV. Jadi, tidak perlu mematikan lampu dengan mencabut kabel power. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.21.

```

if (lpcnt > 9) {
    lpcnt = 0;
    --timerSeconds;
    showCountdown();

    if (timerSeconds <= 0) {
        currentState = 1;
        relayStatus(false);
        displayCodeEntryScreen();
        showEnteredTime();
    } else {
        relayStatus(true);
    }
}

```

**Gambar 3.21** Program Menyalakan dan Mematikan Sinar UV Secara Otomatis

Program selanjutnya yaitu menampilkan jumlah waktu yang akan diatur melalui keypad serta lama waktu penyinaran ketika sedang berlangsung. Pada fungsi ini digunakan *Interface* LCD 16x2 yang dihubungkan dengan I2C. Pada program LCD ini terdapat 2 kondisi. Kondisi pertama yaitu saat waktu akan diatur dengan keypad dan sinar UV dalam keadaan mati. Kondisi kedua yaitu saat waktu telah diatur dan sinar UV sedang menyinari PCB. ketika waktu telah habis maka LCD akan kembali ke kondisi pertama, yaitu pengaturan waktu penyinaran. Program dapat dilihat pada Gambar 3.22

```

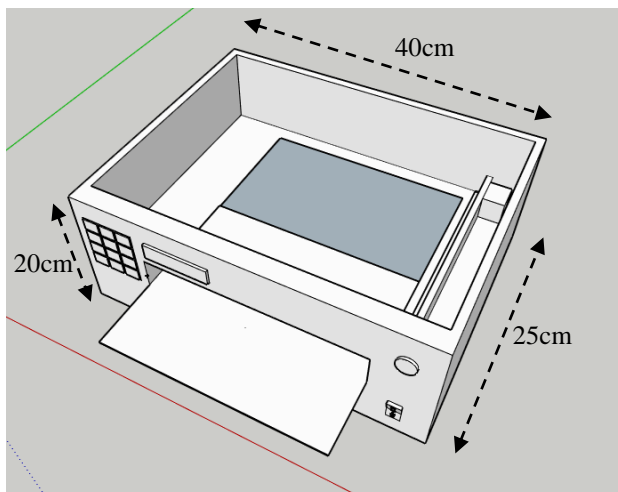
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("COUNTING DOWN");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" ");
sprintf(timest, "%d:%.2d", (timerSeconds/60), (timerSeconds - ((timerSeconds/60)*60)));
lcd.print(timest);
}

void displayCodeEntryScreen()
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Set Time...");
}

```

**Gambar 3.22** Program untuk Menampilkan *Countdown Timer* ke LCD 16x2

### 3.3 Perancangan Mekanik



**Gambar 3.23** Desain *Box* Pencetak Jalur PCB dengan Sinar UV

*Box* pencetak jalur PCB ini di desain menggunakan kayu karena lebih murah, mudah dibentuk, dan tidak mengganggu sinar UV dalam melakukan penyinaran. Jika menggunakan kayu maka sinar UV tidak akan keluar dari *box*. Pada *box* kayu ini dilengkapi dengan 2 lubang dimana lubang pertama digunakan untuk tempat peletakan PCB, dan lubang ke dua berfungsi untuk peletakan LCD dan *push button*. LCD tersebut digunakan untuk *Interface* dan *push button* digunakan untuk perintah maju dan mundur pada laci *box*. Diharapkan dengan adanya *push button* dan LCD ini *box* akan terlihat lebih menarik dan mempermudah pengguna dalam menggunakan sinar UV.

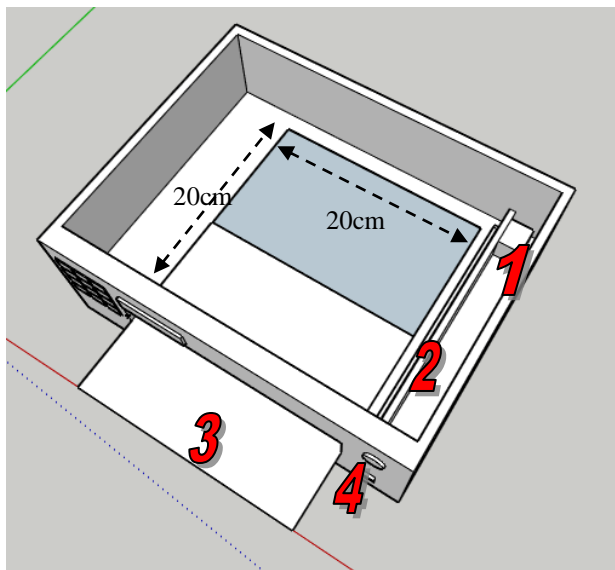
*Box* ini dibuat tidak sepenuhnya otomatis karena ada beberapa hal yang masih membutuhkan bantuan manusia. Sebelum PCB disablon maka diperlukan bantuan manusia untuk penempelan jalur rangkaian pada kertas mika dengan PCB polos. Ketika PCB telah disablon dengan sinar UV, PCB akan keluar dari *box*, yang kemudian diperlukan adanya bantuan manusia lagi untuk pencabutan kertas mika dengan PCB. Karena beberapa hal tersebut maka *box* ini berfungsi secara semi otomatis. Walaupun begitu diharapkan dengan adanya perancangan mesin pencetak jalur PCB, dapat memudahkan pengguna dalam melakukan sablon PCB yang lebih cepat dan jalur rangkaian yang tercetak pada PCB lebih merata. Desain dapat dilihat pada Gambar 3.23. Pada *box* tersebut ada 3 perancangan utama, yaitu :

1. Perancangan laci *box*
2. Perancangan keypad dan LCD
3. Perancangan tempat penyinaran dengan Sinar UV

### **3.3.1 Perancangan Laci *Box***

Laci disini bermanfaat sebagai pembawa PCB untuk kemudian disinari dengan sinar UV. Laci *box* tersebut dapat bergerak maju dan mundur dengan memanfaatkan motor stepper. Pada motor stepper disambungkan dengan *belt* yang berguna untuk menggerakkan laci ketika motor stepper bekerja secara *forward* maupun *reverse*. Tempat peletakan PCB yang digunakan adalah jenis akrilik bening agar sinar UV dapat mencetak jalur rangkaian pada PCB. Akrilik tersebut memiliki tebal sebesar 2 mm. Tebal yang digunakan tidak terlalu tebal karena kegunaan dari akrilik tersebut hanya untuk menampung PCB yang relatif ringan, serta agar sinar UV yang memancar ke PCB bisa maksimal. Letak sinar UV diletakan pada bawah laci dengan jarak 10 cm dari tempat peletakan PCB. Jarak yang dibuat tidak terlalu jauh dari

tempat peletakan PCB agar nantinya sinar UV dapat bersinar secara maksimal. Ketika motor stepper bekerja *forward* maka motor akan memutar *belt*, dan *belt* pun akan mendorong akrilik untuk bergerak maju keluar laci *box*. Begitu juga ketika motor stepper bergerak *reverse*, *belt* akan menarik akrilik untuk bergerak mundur masuk laci *box*. Laci *box* digerakkan menggunakan motor stepper 12 Volt dan mempunyai panjang akrilik 20cm. Ukuran akrilik tidak terlalu kecil agar rangkaian yang dapat dicetak bisa untuk beberapa rangkaian yang membutuhkan jalur PCB yang cukup besar dan banyak. Dapat dilihat pada Gambar 3.24.



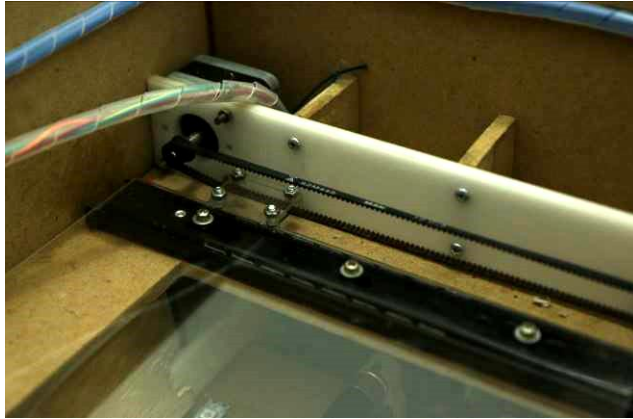
**Gambar 3.24** Perancangan Laci *Box*

Penjelasan Gambar 3.24:

1. Motor Stepper
2. *Belt*
3. Tempat peletakan PCB
4. *Push button*

Hasil dari pembuatan laci *box* dapat dilihat pada Gambar 3.25

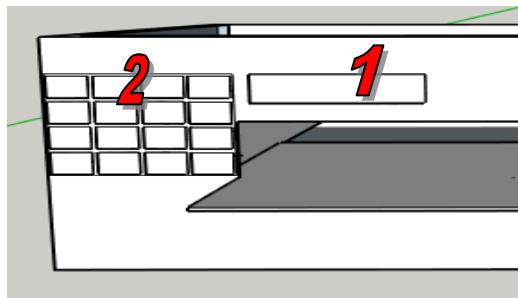




**Gambar 3.25** Hasil Mekanik Laci Box

### 3.3.2 Perancangan Keypad dan LCD

Tempat untuk mengatur waktu untuk lama penyinaran sinar UV yaitu dengan menggunakan keypad. Keypad tersebut diletakkan pada depan *box* sebelah kanan tepat disamping lubang laci *box* untuk lebih memudahkan pengguna dalam menggunakan *box* ini. Pada Tugas Akhir ini keypad yang digunakan adalah keypad 4x4. Pada atas keypad terdapat LCD 16x2 yang berfungsi untuk display *countdown timer* ketika waktu telah diatur. Jadi, pengguna akan tahu berapa lama penyinaran dengan sinar UV ketika sedang berlangsung. Desain tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.26.

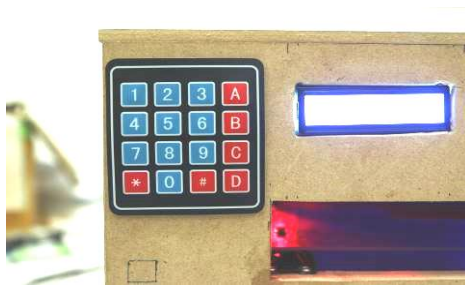


**Gambar 3.26** Perancangan Keypad dan LCD

Penjelasan Gambar 3.26 :

1. LCD 16x2
2. Keypad 4x4

Hasil perancangan untuk pemasangan keypad dan LCD dapat dilihat pada Gambar 3.27.



**Gambar 3.27** Pemasangan Keypad dan LCD 16x2

### **3.3.3 Perancangan Tempat Penyinaran dengan Sinar UV**

Tempat Penyinaran dengan sinar UV didesain di dalam *box*. Tujuan dari hal ini agar sinar yang memancar ke PCB bisa lebih terang dan tidak keluar dari area penyinaran. Sinar UV digunakan pada Tugas Akhir ini berupa LED Strip UV dengan sumber tegangan DC 12 Volt dan lampu UV Neon AC 220V. LED strip ini diletakkan diatas kayu dalam *box* dan menghadap ke akrilik bening yang berada sejauh 10 cm diatas LED Strip. LED strip yang dipakai berjumlah 7 buah, masing – masing sepanjang 20 cm sesuai dengan panjang akrilik serta lampu Neon berjumlah 2 buah, masing – masing juga sepanjang 20 cm. Jumlah lampu yang digunakan cukup sedikit dikarenakan sulitnya untuk mendapatkan komponen ini di pasaran dan juga menyesuaikan dengan besar box yang dibuat. Jumlah lampu UV yang digunakan bertujuan agar jalur rangkaian yang tercetak bisa lebih merata. Perancangan tersebut dapat dilihat pada hasil yang ada pada Gambar 3.28 dibawah ini.



**Gambar 3.28** Tempat Penyinaran dengan Sinar UV

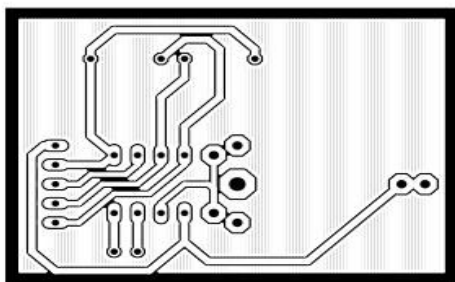
## BAB IV

### HASIL IMPLEMENTASI


Untuk pengujian jalur rangkaian yang dicetak dengan menggunakan Sinar UV, diambil sampel sebanyak 12 kali rangkaian yang mempunyai jalur kecil dan 12 kali rangkaian yang mempunyai jalur besar. Pengujian ini bertujuan agar keakuratan dari sinar UV untuk mencetak jalur rangkaian pada PCB dapat dipertanggungjawabkan. Setelah itu dilakukan uji coba dengan waktu yang ditentukan untuk melihat fungsi kerja dari box serta hasil rangkaian yang dihasilkan.

#### 4.1 Pengujian Sinar UV pada Rangkaian Jalur Kecil

Pada pengujian ini kita akan mengetahui seberapa jelas jalur rangkaian yang dapat dicetak dengan Sinar UV. Contoh jalur yang digunakan pada rangkaian kecil yaitu jalur untuk Rangkaian RTC yang ada pada Gambar 4.1. Sedangkan untuk keterangan jalurnya dapat dilihat pada Gambar 4.2



**Gambar 4.1** Jalur untuk Rangkaian RTC

yers	Clearance	Distance	Sizes	Restring	Shapes	Supply	Masks	Misc
<b>Different Signals</b>								
								
Wire								
Wire	8mil							
Pad								
Pad	8mil							
Via								
Via	8mil							
<b>Same Signals</b>								
Smd								
Smd	8mil							
Pad								
Pad	8mil							
Via								
Via	8mil							

**Gambar 4.2** Keterangan Jalur untuk Rangkaian RTC

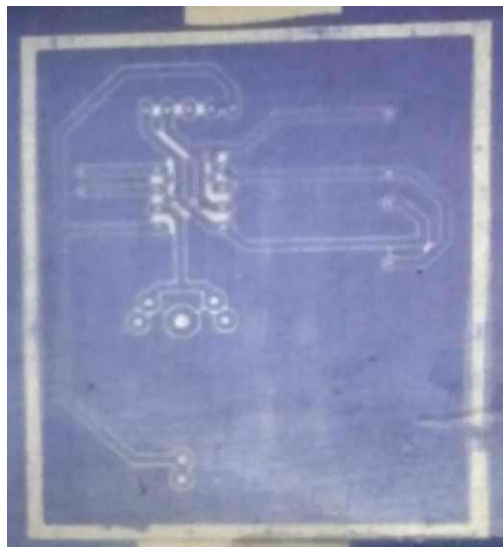
**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Sinar UV pada Rangkaian Jalur Kecil

No.	Waktu (detik)	Hasil Jalur Rangkaian		
		Tidak Tercetak	Tercetak Tidak Jelas	Tercetak Jelas
1	10	✓	—	—
2	20	✓	—	—
3	30	✓	—	—
4	40	—	✓	—
5	50	—	✓	—
6	60	—	✓	—
7	70	—	✓	—
8	80	—	✓	—
9	90	—	—	✓
10	100	—	—	✓
11	110	—	—	✓
12	120	—	—	✓

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa untuk mencetak jalur rangkaian yang kecil dibutuhkan sedikitnya 90 detik agar jalur rangkaian dapat tercetak dengan jelas. Sebenarnya, jalur sudah dapat tercetak ketika sinar UV berlangsung selama 40 detik. Namun, jalur rangkaian yang teretak masih belum jelas. Jika jalur rangkaian tidak jelas nantinya berakibat pada proses *etching*, yang menyebabkan jalur rangkaian tidak tersambung dengan rapi atau bahkan putusnya jalur rangkaian. Untuk lebih jelasnya hasil cetak jalur rangkaian pada PCB dapat dilihat pada Gambar 4.3, dan 4.4.



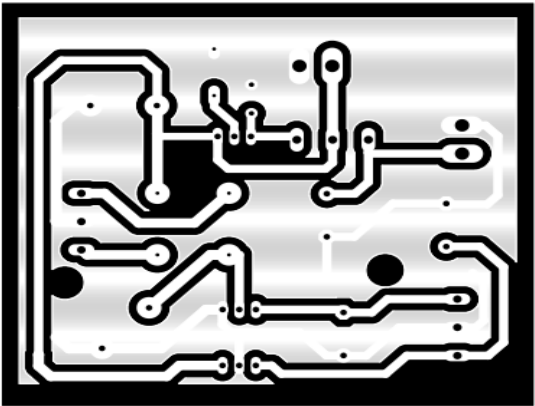
**Gambar 4.3** Hasil Pengujian 40 Detik pada Rangkaian Jalur Kecil




**Gambar 4.4** Hasil Pengujian 120 Detik pada Rangkaian Jalur Kecil

4.2 Pengujian Sinar UV pada Rangkaian Jalur Besar

Pada pengujian ini akan dilakukan penyinaran dengan sinar UV selama 120 detik dengan selang waktu 10 detik. Untuk contoh jalur rangkaian besar disini menggunakan jalur untuk rangkaian *Power Supply* yang ada pada Gambar 4.5. Sedangkan untuk keterangan jalurnya dapat dilihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.5 Jalur untuk Rangkaian *Power Supply*

yers	Clearance	Distance	Sizes	Restrting	Shapes	Supply	Masks	Misc
<div><div></div><div><div><div>Wire</div><div>Wire 50mil</div><div>Pad 50mil</div><div>Via 50mil</div></div><div><div>Pad 50mil</div><div>Via 50mil</div></div><div><div>Via 50mil</div></div></div><div><div><div>Different Signals</div><div>Pad 50mil</div><div>Via 50mil</div></div><div><div>Same Signals</div><div>Pad 8mil</div><div>Via 8mil</div></div></div></div>								

Gambar 4.6 Keterangan Jalur untuk Rangkaian *Power Supply*

Dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan 4.6 terdapat perbedaan jumlah angka yang cukup jauh, dimana jumlah tersebut dapat menentukan ketebalan jalur rangkaian maupun jalur *ground* pada rangkaian. Semakin besar jalur rangkaian maka semakin kecil kemungkinan rangkaian akan mengalami putus jalur. Oleh karena itu, untuk membuat jalur rangkaian kecil dapat tercetak dengan jelas maka diperlukan waktu yang lebih lama daripada jalur rangkaian yang besar.

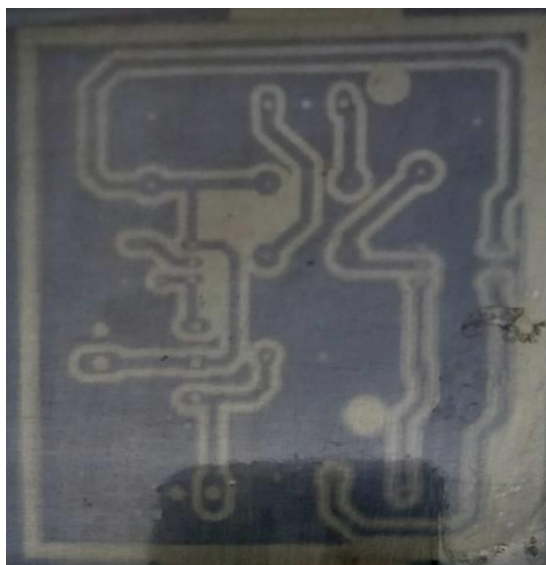
**Tabel 4.2** Hasil Pengujian Sinar UV pada Rangkaian Jalur Besar

No.	Waktu (detik)	Hasil Jalur Rangkaian		
		Tidak Tercetak	Tercetak Tidak Jelas	Tercetak Jelas
1	10	✓	—	—
2	20	✓	—	—
3	30	—	✓	—
4	40	—	✓	—
5	50	—	✓	—
6	60	—	—	✓
7	70	—	—	✓
8	80	—	—	✓
9	90	—	—	✓
10	100	—	—	✓
11	110	—	—	✓
12	120	—	—	✓

Berdasarkan pengujian sinar UV, yang dapat dilihat pada Tabel 4.2, menunjukkan bahwa kecil/besarnya lebar jalur rangkaian cukup mempengaruhi tingkat kejelasan dari hasil cetak dengan sinar UV. Pada awal 10 dan 20 detik jalur rangkaian masih belum tercetak. Tetapi pada detik ke 30 jalur rangkaian sudah tercetak namun belum jelas. Sehingga tidak dapat dikatakan bahwa PCB tercetak jalurnya. Karena jika dilakukan proses *etching* maka jalur rangkaian akan rusak dan putus. Ketika sinar UV telah menyinari selama 60 detik, maka jalur rangkaian yang tercetak pada PCB sudah jelas. Untuk lebih jelasnya bagaimana jalur yang dapat tercetak pada rangkaian besar, dapat dilihat pada Gambar 4.7, 4.8, dan 4.9 dengan waktu pengujian waktu yang berbeda, yakni 20 detik, 50 detik, dan 120 detik. Jalur yang palig tercetak jelas yaitu ketika sinar UV menyinari selama 120 detik.

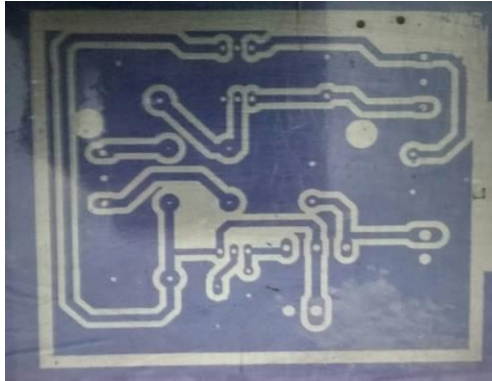


**Gambar 4.7** Hasil Pengujian 20 Detik pada Rangkaian Jalur Besar



**Gambar 4.8** Hasil Pengujian 50 Detik pada Rangkaian Jalur Besar

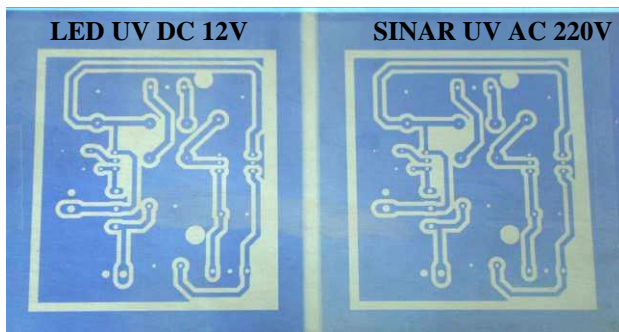




**Gambar 4.9** Hasil Pengujian 120 Detik pada Rangkaian Jalur Besar

#### **4.3 Pengujian Sinar LED UV DC 12V dengan Sinar UV AC 220V**

Pada Tugas Akhir ini akan diuji seberapa jelas jalur yang akan tercetak jika menggunakan lampu LED UV DC 12V ataupun dengan sinar UV AC 220V. Pada lampu LED, jumlah yang digunakan sebanyak 7 buah. Jumlah tersebut diambil berdasarkan efektifitas waktu yang akan didapat ketika penyinaran. Sedangkan, pada sinar UV AC jumlah yang digunakan yaitu sebanyak 2 buah saja, mengingat jumlahnya yang terbatas di pasaran. Pada pengujian akan dilihat perbedaan antara lampu LED UV dengan sinar UV AC dalam waktu 1 menit. Pada percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.10 bahwa jalur yang dicetak menggunakan lampu LED UV lebih jelas dan *negative dry film photoresist* yang lebih gelap dibandingkan dengan sinar UV AC karena LED UV jumlahnya lebih banyak dan lebih terang.



**Gambar 4.10** Hasil Perbedaan Penyinaran Antara 2 Lampu

#### 4.4 Pengujian Jumlah Lampu

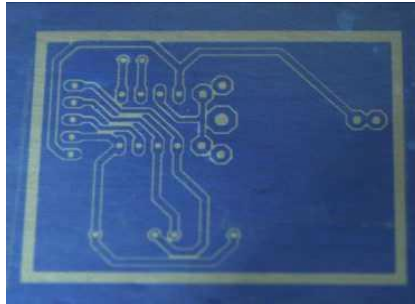
Pada percobaan ini akan dilakukan penyinaran LED UV dengan jumlah lampu tertentu untuk menentukan tingkat kejelasan dari hasil jalur rangkaian. Lampu yang digunakan adalah LED UV DC 12V mengingat jumlahnya yang cukup terbatas di pasaran. Dari pengujian ini akan terlihat hasil dimana hasil itu nantinya bertujuan untuk menentukan jumlah lampu yang digunakan. Pengujian dilakukan mulai dari 2 lampu , 5 lampu, dan 7 lampu. Waktu yang dibutuhkan untuk setiap percobaan yakni 1 menit.



**Gambar 4.11** Pengujian dengan 2 Lampu



**Gambar 4.12** Pengujian dengan 5 Lampu

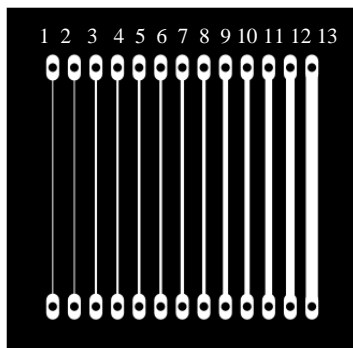


**Gambar 4.13** Pengujian dengan 7 lampu

Pada Gambar 4.11, 4.12, dan 4.13 dapat dilihat bahwa jumlah lampu sangat mempengaruhi tingkat kejelasan jalur yang dapat tercetak. Jika lampu semakin banyak maka jalur akan tercetak semakin jelas dengan waktu yang singkat. Jika lampu yang digunakan sedikit, misal 2 lampu maka jalur yang dapat tercetak bisa jelas namun membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan jika menggunakan 5 lampu, atau bahkan 7 lampu. Pada Tugas Akhir ini jumlah lampu DC 12V yang digunakan yaitu sebanyak 7 lampu, sehingga dalam kurun waktu 1 menit jalur sudah tercetak dengan jelas.

#### **4.5 Pengujian Jalur Rangkaian**

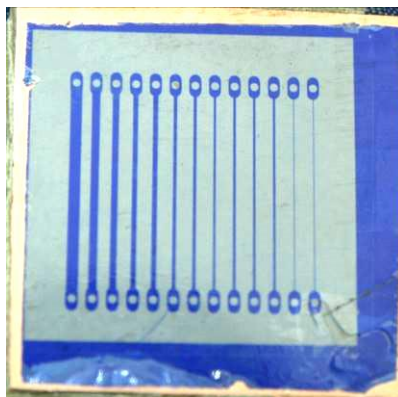
Pada Percobaan ini akan dilakukan pengujian dengan berbagai macam jalur yang memiliki beragam lebar jalur. *Layout* EAGLE, keterangan lebar jalur, dan hasil dapat dilihat pada Gambar 4.14 dan 4.15, serta pada Tabel 4.3.



**Gambar 4.14** Jalur Rangkaian

**Tabel 4.3** Keterangan Jalur Rangkaian

No. Jalur	Width (Lebar Jalur)
1	0
2	0
3	0,01
4	0,01
5	0,012
6	0,012
7	0,016
8	0,016
9	0,024
10	0,024
11	0,032
12	0,04
13	0,06



**Gambar 4.15** Hasil Jalur Lebar Rangkaian

Dari pengujian diatas didapat beberapa hasil jalur rangkaian dengan berbagai macam lebar jalur pada EAGLE. Pengujian ini bertujuan untuk menguji berapa jalur minimal yang dapat tercetak dengan menggunakan alat ini. Waktu yang digunakan yaitu selama 10

detik. Jalur yang dapat tercetak yaitu minimal 0,012. Pada Gambar 4.15, jalur yang memiliki lebar 0 sebenarnya dapat terlihat namun tidak jelas, dimana nantinya ketika melalui proses etching maka jalur akan hilang. Oleh karena itu, jalur yang disarankan pada alat ini sebaiknya tidak kurang dari 0,012 dengan asumsi waktu minimal selama 1 menit.

#### 4.6 Hasil Perancangan Mekanik

Dapat dilihat pada Gambar 4.16 dan 4.17 bahwa desain yang dibuat pada perancangan tidak sama dengan perancangan awal yang ada pada Gambar 3.23, dimana pada perancangan terdapat saklar on/off yang berada di depan kanan bawah *box*, tetapi pada akhirnya saklar on/off terpasang di belakang *box* agar lebih memudahkan dalam pemasangan saklar karena dekat dengan kabel AC.



**Gambar 4.16** Hasil Keseluruhan Mekanik Tampak Depan



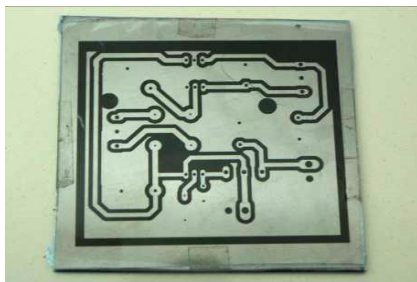
**Gambar 4.17** Hasil Keseluruhan Mekanik Ketika Box Bekerja

#### 4.7 Hasil Keseluruhan Sistem

Secara keseluruhan alat ini dapat berjalan sesuai dengan sistem kerja alat. Namun, sistem yang bekerja pada alat ini hanya sebatas semi otomatis dikarenakan ada beberapa hal yang masih membutuhkan tenaga manusia dalam pengerjaannya. Dengan alat ini seseorang akan lebih terbantu dalam membuat jalur rangkaian pada PCB polos. Cukup dengan menekan *push button* maka laci *box* akan keluar dengan sendirinya sebagai wadah untuk meletakkan PCB yang akan dicetak jalurnya menggunakan Sinar UV. Pada *box* terdapat keypad yang berfungsi sebagai *input* waktu yang diinginkan agar sinar UV dapat mati secara otomatis ketika waktu telah habis. Jadi, tidak perlu menghitung mundur manual. Agar PCB dapat keluar maka yang perlu dilakukan yaitu menekan tombol *push button* lagi agar laci *box* keluar, dan PCB pun dapat diambil. Dengan adanya alat ini mampu mencetak jalur rangkaian beberapa PCB dengan luas maksimal yaitu 20 cm x 20 cm. Beberapa PCB tersebut dapat ditaruh langsung sekaligus dalam 1 kali proses. Dari beberapa hasil pengujian diatas didapatkan waktu untuk mencetak PCB yaitu selama 1 menit. Dalam melakukan percobaan ada beberapa langkah yang harus dilalui agar jalur yang akan dicetak dapat terlihat dengan jelas. Karena jika tidak sesuai dengan langkah-langkah di bawah ini maka jalur rangkaian tidak akan tercetak.

##### 4.7.1 Proses Sebelum Penyinaran

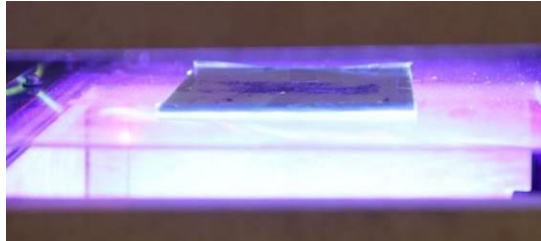
Sebelum memasukkan PCB ke *box* maka jalur rangkaian pada mika harus ditempelkan terlebih dahulu pada PCB yang sebelumnya telah dilapisi dengan *negative dry film photoresist*. Pastikan telah menempel dengan sempurna. Pada contoh ini digunakan jalur untuk rangkaian besar, yaitu Rangkaian *Power supply*. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 4.18



**Gambar 4.18** Proses Penempelan Kertas Mika dengan PCB

#### 4.7.2 Proses Saat Penyinaran Berlangsung

Pada saat penyinaran berlangsung maka fungsi box akan bekerja. Laci box menjadi wadah PCB ketika sinar UV melakukan penyinaran. Penyinaran akan berlangsung ketika waktu pada keypad telah diatur. Ketika sinar UV bekerja pastikan posisi kertas mika yang terdapat jalur rangkaian berada di bawah menghadap ke lampu UV seperti pada Gambar 4.19.



**Gambar 4.19** Proses Penyinaran dengan Sinar UV

#### 4.7.3 Hasil Penyinaran

Langkah terakhir dalam melakukan uji coba ini yaitu melihat hasil jalur yang tercetak pada PCB. Untuk melihat hasil penyinaran maka keluarkan PCB dari laci box, lalu lepaskan kertas mika yang tadinya menempel pada PCB. Dengan fungsi *negative dry film photoresist* ini maka bagian yang terkena sinar UV akan berubah menjadi biru gelap, sedangkan bagian yang tertutup mika akan tetap berwarna biru terang. Waktu yang diatur pada contoh ini yaitu selama 60 detik. Hasil akhir dari penyinaran dengan Sinar UV dapat dilihat pada Gambar 4.20.



**Gambar 4.20** Hasil Penyinaran dengan Sinar UV

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil perancangan mesin yang sederhana ini terbentuklah alat untuk mencetak jalur PCB menggunakan Sinar UV. Dalam pengujian Sinar UV menghasilkan jalur rangkaian PCB yang dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

- Tingkat kejelasan dari jalur rangkaian bergantung pada besar/kecil jalur saat dibuat di EAGLE. Jalur rangkaian kecil ( $<0,012$ ) membutuhkan waktu minimal 90 detik. Jalur rangkaian besar ( $>0,012$ ) membutuhkan waktu minimal 60 detik.
- Jumlah lampu yang digunakan yaitu minimal LED UV DC 12V dengan jumlah 7 lampu masing-masing sepanjang 20 cm.
- Lebar jalur yang dibuat di EAGLE tidak kurang dari 0,012 dengan lama penyinaran kurun waktu 1-2 menit.

#### **5.2 Saran**

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mampu mencetak jalur rangkaian PCB dengan lebih jelas dan waktu yang lebih singkat. Untuk kedepannya mampu mencetak hanya dengan salah satu sinar UV, LED UV atau lampu UV AC 220V serta mampu mencetak jalur PCB tanpa menggunakan *negative dry film photoresist*. Untuk kedepannya diharapkan dalam penempelan *negative dry film photoresist* ke PCB menggunakan *laminator* agar jalur rangkaian lebih jelas tercetak. Selain itu juga perlu ditambahkan variasi pengujian dan simulasi pada rangkaian guna menguji tingkat kebenaran penyinaran dengan Sinar UV, dan juga perlu di beri petunjuk penggunaan dari alat tersebut.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dedi. 2011. **Cetak PCB Menggunakan Dry Film Photoresist**, <http://www.maxtronpersada.com/news/cetak-track-pcb-dengan-dry-film-photoresist-complete-/> (diakses pada tanggal 13 Maret 2017)
- [2] Feri Djuandi. 2011. **Pengenalan Arduino**. Jakarta : [www.tobuku.com](http://www.tobuku.com)
- [3] Hersa, Ilhamsyah. 2013. **Sintesis Bahan Resist Dari Epoxy Untuk Aplikasi fotolitografi**. <https://www.scribd.com/document/347594093/4211409030> (diakses pada tanggal 5 Mei 2017)
- [4] Kho, Dickhson. 2016. **Pengertian PCB (Printed Circuit Board) dan Jenis-jenis PCB**. <http://teknikelektronika.com/pengertian-pcb-printed-circuit-board-jenis-jenis-pcb/> (diakses pada tanggal 24 Februari 2017)
- [5] Kotations, 2014. **How to make PCB using Photoresist Dry Film**. <https://www.youtube.com/watch?v=cRCFGZxmob0> (diakses pada tanggal 22 April 2017)
- [6] Munandar, Aris. 2012. **Liquid Crystal Display (LCD) 16x2**. <http://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html> (diakses pada tanggal 12 April 2017)
- [7] Myers, Mike. 2013. **Countdown Timer With An Arduino**. <http://tech-zen.tv/index.php/shows/let-s-make-it> (diakses pada tanggal 9 Maret 2017)
- [8] Pamungkas99. 2010. **Motor Stepper**. <https://pamungkas99.wordpress.com/2010/03/06/motor-stepper/> (diakses pada tanggal 8 April 2017)
- [9] Purnama, Agus. 2012. **Matriks Keypad 4x4 Untuk Mikrokontroler**. <http://elektronika-dasar.web.id/matriks-keypad-4x4-untuk-mikrokontroler/> (diakses pada tanggal 11 Maret 2017)
- [10] Susa'at, Sodikin. 2015. **Pengaturan Arah Putaran Motor Stepper DC Menggunakan Mikrokontroler**. <http://www.vedcmalang.com/menuutama/listrik-electro/1460/> (diakses pada tanggal 6 Februari 2017)

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## LAMPIRAN

### A. Program Arduino

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Keypad.h>
#define stp 8
#define dir 9
#define MS1 10
#define MS2 11
#define EN 12

//constants for Control Pin

int controlPin = A0;
int ACPin = A1;
char currentTimeValue[4];
int currentState = 1;
int timerSeconds = 0;
int lpcnt = 0;

//Declare variables for stepper and push button
char user_input;
int pin = 13;
int button;
int x;
int y;
int state;
int kondisi = 0;

//define the keypad
const byte rows = 4;
const byte cols = 4;
char keys[rows][cols] = {

    {'1','2','3','A'},
    {'4','5','6','B'},
    {'7','8','9','C'},
```

```

    {'*', '0', '#', 'D'},
};

byte rowPins[rows] = {7,6,5,4};
byte colPins[cols] = {3,2,1,0};
Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, rows,
cols);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2); // set the LCD address to 0x27 for a
16 chars and 2 line display

void setup()
{
    pinMode(stp, OUTPUT);
    pinMode(dir, OUTPUT);
    pinMode(MS1, OUTPUT);
    pinMode(MS2, OUTPUT);
    pinMode(EN, OUTPUT);
    pinMode(pin, INPUT);
    lcd.begin(); // initialize the lcd

    // Print a message to the LCD.
    lcd.backlight();

    //display main screen
    displayCodeEntryScreen();

    //setup and turn off relay
    pinMode(controlPin, OUTPUT);
    pinMode(ACPin, OUTPUT);
    digitalWrite(controlPin, LOW);
    digitalWrite(ACPin, LOW);

    //setup default time to 00:00
    currentTimeValue[0]='0';
    currentTimeValue[1]='0';
    currentTimeValue[2]='0';
    currentTimeValue[3]='0';
    showEnteredTime();
}

```

```

void KeyTimer(){
    int i;
    char tempVal[3];
    char key = keypad.getKey();

    //key pressed and state is 1
    if (int(key) != 0 and currentState == 1) {
        switch (key) {
            case '*':
                relayStatus(false);
                relayStatusAc(false);
                currentTimeValue[0]='0';
                currentTimeValue[1]='0';
                currentTimeValue[2]='0';
                currentTimeValue[3]='0';
                showEnteredTime();
                currentState = 1;

                lpcnt = 0;
                timerSeconds = 0;
                break;

            case '#':
                tempVal[0] = currentTimeValue[0];
                tempVal[1] = currentTimeValue[1];
                tempVal[2] = 0;

                timerSeconds = atol(tempVal) * 60;

                tempVal[0] = currentTimeValue[2];
                tempVal[1] = currentTimeValue[3];
                tempVal[2] = 0;

                timerSeconds = timerSeconds + atol(tempVal);
                currentState = 2;
                break;

            default:

```

```

currentTimeValue[0] = currentTimeValue[1];
currentTimeValue[1] = currentTimeValue[2];
currentTimeValue[2] = currentTimeValue[3];
currentTimeValue[3] = key;
showEnteredTime();
break;
}
}

```

```

if (currentState == 2) {
if (int(key) != 0) {
if (key == '*') {
relayStatus(false);
relayStatusAc(false);
displayCodeEntryScreen();
currentTimeValue[0]='0';
currentTimeValue[1]='0';
currentTimeValue[2]='0';
currentTimeValue[3]='0';
showEnteredTime();
currentState = 1;
lpcnt = 0;
timerSeconds = 0;
}
}
else {
if (lpcnt > 9) {
lpcnt = 0;
--timerSeconds;
showCountdown();

if (timerSeconds <= 0) {
currentState = 1;
relayStatus(false);
relayStatusAc(false);
displayCodeEntryScreen();
showEnteredTime();
}
else {

```



```

    relayStatus(true);
    relayStatusAc(true);
}
}

++lpcnt;
delay(100);
}
}
}

void tombol(){
    button = digitalRead(pin);
    if (button == 0 && kondisi==0){
        kondisi=kondisi+1;
    }
    else if (button == 1 && kondisi==1){
        StepForwardDefault();
        kondisi=kondisi+1;

    }
    else if (button == 1 && kondisi==2){
        ReverseStepDefault();
        kondisi=kondisi-1;
    }
}

void StepForwardDefault()
{
    digitalWrite(dir, LOW); //Pull direction pin low to move "forward"
    for(x= 1; x<700; x++) //Loop the forward stepping enough times for
motion to be visible
    {
        digitalWrite(stp,HIGH); //Trigger one step forward
        delay(1);
        digitalWrite(stp,LOW); //Pull step pin low so it can be triggered again
        delay(1);
    }
}
}

```

```

void ReverseStepDefault()
{
    digitalWrite(dir, HIGH); //Pull direction pin high to move in "reverse"
    for(x= 1; x<700; x++) //Loop the stepping enough times for motion to
be visible
    {
        digitalWrite(stp,HIGH); //Trigger one step
        delay(1);
        digitalWrite(stp,LOW); //Pull step pin low so it can be triggered again
        delay(1);
    }
}

```

```

void showEnteredTime()
{
    lcd.setCursor(10,1);
    lcd.print(currentTimeValue[0]);
    lcd.print(currentTimeValue[1]);
    lcd.print(":");
    lcd.print(currentTimeValue[2]);
    lcd.print(currentTimeValue[3]);
}

```

```

void relayStatus(bool state)
{
    if (state)
        digitalWrite(controlPin & ACPin, HIGH);
    else
        digitalWrite(controlPin & ACPin, LOW);
}

```

```

void relayStatusAc(bool state)
{
    if (state)
        digitalWrite(ACPin, HIGH);
    else
        digitalWrite(ACPin, LOW);
}

```

```

void showCountdown()
{
    lcd.clear();
    char timest[6];\

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("COUNTING DOWN");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" ");
    sprintf(timest, "%d:%.2d", (timerSeconds/60), (timerSeconds -
((timerSeconds/60)*60)));
    lcd.print(timest);
}

void displayCodeEntryScreen()
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Set Time...");
}

void loop()
{
    tombol();
    KeyTimer();
}

```

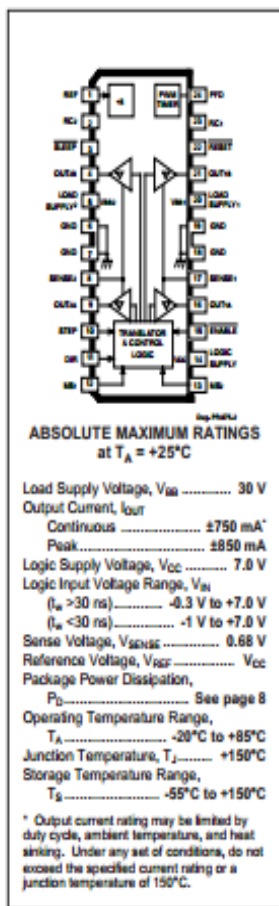
## B. Datasheet

### 1. Easy Driver Motor 3967

# 3967

Data Sheet  
2654-341F

## MICROSTEPPING DRIVER WITH TRANSLATOR



The A3967SLB is a complete microstepping motor driver with built-in translator. It is designed to operate bipolar stepper motors in full-, half-, quarter-, and eighth-step modes, with output drive capability of 30 V and  $\pm 750\text{ mA}$ . The A3967SLB includes a fixed off-time current regulator that has the ability to operate in slow, fast, or mixed current-decay modes. This current-decay control scheme results in reduced audible motor noise, increased step accuracy, and reduced power dissipation.

The translator is the key to the easy implementation of the A3967SLB. By simply inputting one pulse on the STEP input the motor will take one step (full, half, quarter, or eighth depending on two logic inputs). There are no phase-sequence tables, high-frequency control lines, or complex interfaces to program. The A3967SLB interface is an ideal fit for applications where a complex  $\mu\text{P}$  is unavailable or over-burdened.

Internal circuit protection includes thermal shutdown with hysteresis, under-voltage lockout (UVLO) and crossover-current protection. Special power-up sequencing is not required.

The A3967SLB is supplied in a 24-pin SOIC with four internally fused pins for enhanced thermal dissipation. The pins are at ground potential and need no insulation. A lead (Pb) free (100% matte tin leadframe) version is also available.

### FEATURES

- $\pm 750\text{ mA}$ , 30 V Output Rating
- Sattlington® Sink Drivers
- Automatic Current-Decay Mode Detection/Selection
- 3.0 V to 5.5 V Logic Supply Voltage Range
- Mixed, Fast, and Slow Current-Decay Modes
- Internal UVLO and Thermal Shutdown Circuitry
- Crossover-Current Protection

Part Number	Pb-free*	Package	Packing
A3967SLB-7	Yes	24-Lead SOIC	31 per tube
A3967SLBCT	Yes	24-Lead SOIC	1800 per reel

\*Pb-based variants are being phased out of the product line. The variants cited in this footnote are in production but have been determined to be LAST TIME BUY. This classification indicates that sale of this device is currently restricted to existing customer applications. The variants should not be purchased for new design applications because obsolescence in the near future is probable. Samples are no longer available. Status change: October 31, 2006. Deadline for receipt to LAST TIME BUY order: April 27, 2007. These variants include: A3967SLB and A3967SLBTR.

# 3967 MICROSTEPPING DRIVER WITH TRANSLATOR

## FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

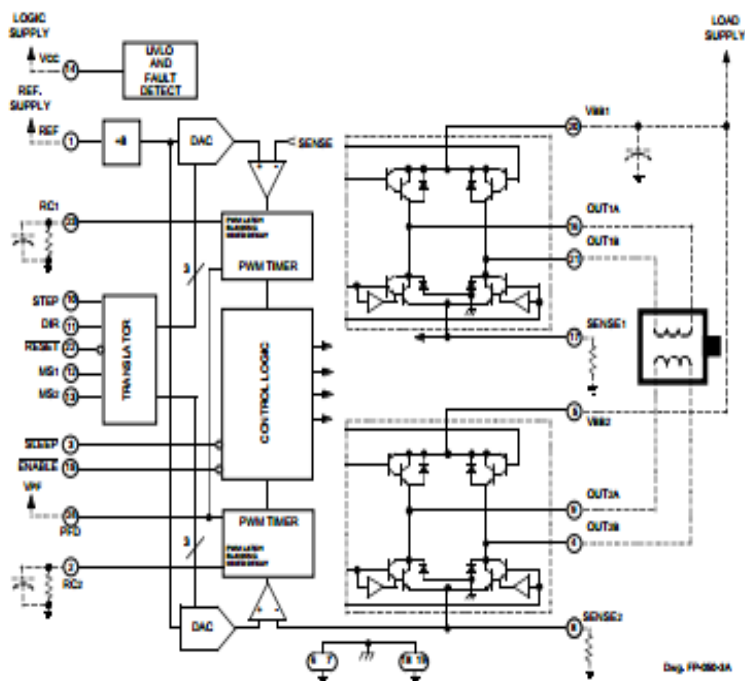


Table 1. Microstep Resolution Truth Table

MS <sub>1</sub>	MS <sub>2</sub>	Resolution
L	L	Full step (2 phase)
H	L	Half step
L	H	Quarter step
H	H	Eighth step

## 2. Sinar UV

### Utrla Violet LED Strip 380nm

#### LED Test Report

##### Product Mark

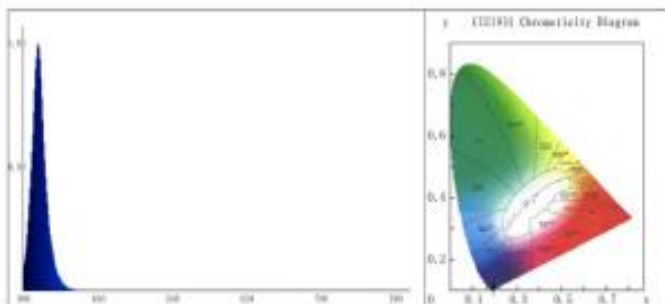
Product Type : 5050 UV LED

Frequency: 380nm

Temperature : 25°C

Humidity : 65%

Test Date 2012-05-25



##### Chroma Parameters

Chro. Coord.:  $x = 0.1711$   $y = 0.0076$   $u = 0.2490$   $v = 0.0166$   $duv = -0.0797$

CCT:  $T_c = 50000K$  Dominant Wave.: 380.3nm Purity: 99.5%

R ratio:  $R = 0.0$  Peak Wave.: 365.6nm Half Width: 15.5nm

##### Rendering Index $R_a = -76.3$

$R_1 = -48$   $R_2 = -52$   $R_3 = -155$   $R_4 = -125$   $R_5 = 6$

$R_6 = -69$   $R_7 = -82$   $R_8 = -80$   $R_9 = -313$   $R_{10} = -236$

$R_{11} = -141$   $R_{12} = -169$   $R_{13} = -40$   $R_{14} = -35$   $R_{15} = 0$

##### Photo Parameters

Flux: 0.129lm Effi.: 0.0lm/W Radiant: 1.9mW Iv: 0.0mcd

##### Ele. Parameters

Forward Current:  $I_f = 60.0mA$

Forward Voltage:  $V_f = 3.54V$

Reverse Voltage:  $V_r = 5.00V$

Reverse Current:  $I_r = 0.00uA$

##### Instrument state

IntgTime: 45.000ms

VPeak: 14711

VDark: 1179

Scan Range: 380-780nm

### 3. Negative Dry Film Photoresist

## Negative Dry Film Resist

Cat. No. 416DFR-5

### Data Sheet and Processing Information

#### **PART 1: Copper Surface and Surface Preparation**

For best results, clean the board using fine steel wool or similar abrasive pad and rinse with water. The will remove dirt, oils, and other contamination.

Wear powder-free gloves when working with Negative Dry Film Resist.

The board must be absolutely clean and dry prior to applying the film. Use M.G. Chemicals Super Wash Electronics Cleaner to quick dry board or heat it in a an over for 5 minutes or use a blow dryer.

Note: After rinse, the board should be dried quickly to avoid oxidation.

#### **PART 2: Lamination**

Work in a safe light environment when handling the film – any exposure to UV light will expose the film. Safe light refers to any incandescent bulb less than 40 watts.

Any Automatic Sheet laminator from an office supply store will work fine.

Typical conditions:

- Pre heat laminator until 'ready' indicator is lit
- Seal bar temperature: 50 – 80 °C (120 – 176°C)
- Laminator roll temperature: 100 – 115 °C (212 – 239°F)
- Speed m/min(ft/min): 2.0 +/- 1.0 (6.5 +/- 3.3)
- Pressure kg/cm<sup>2</sup>(psi): 2.5 +/- 1.5 (40 +/- 20)

#### **PART 3: Exposure**

M.G. Chemicals Negative Dry Film Resist can be exposed on all standard equipment used in the printed circuit industry. Choose a day light rated UV light that compliment the peak resist response of 350 – 380 nm.

We suggest the use of M.G. Chemicals Exposure Kit (Cat. No.416-X). Expose artwork onto the presensitized copper clad board for 12 minutes.

Resolution down to 50 microns (2 mil) is possible.

#### **PART 4: Development**

Can be developed using Potassium Carbonate with good productivity.

It is highly recommended to use M.G. Chemicals Negative Developer (Cat. No. 4170-500ML) as it has been formulated specifically for the Negative Dry Film Resist.

Peel the second protective covering from the board before submerging into solution. Brush board lightly with foam brush (Cat. No. 416-S) in developer solution. Process should only take 1 – 2 minutes. Visual inspection required to determine completion.

***Rinse Water:***

Hard water (150 – 250 ppm  $\text{CaCO}_3$  equivalent), or soft water are acceptable

***Drying:***

Blow dry thoroughly; hot air preferred.

**PART 5: Plating**

(acid copper sulfate; tin/lead; tin; nickel; gold)

\*Follow plating vendors' recommendations)

The Negative Dry Film Resist can be used for pattern plate processes with acid copper, tin/lead, tin, nickel and gold plating baths. This film has very strong resistance to lifting and underplating.

***Recommendations: Preplate Cleaning Process Sequence***

- Acid cleaner: 38-50°C (100 – 120°F); 2-4 minutes
- Spray Rinse: 2 minutes
- Microetch to remove 0.15-0.25  $\mu\text{m}$  (5-10  $\mu''$ ) copper (time: as required)
- Spray rinse: 2 minutes
- Sulfuric acid (5-10 vol%) dip; 1-2 minutes
- (Optional: spray rinse; 1-2 minutes)

**PART 6: Etching**

M.G. Chemicals Negative Dry Film Resist is compatible and strongly resistant to most alkaline ammoniacal etch process. Excellent adhesion after multiple passes through alkaline machines capable of 4 oz copper.

M.G. Chemicals Negative Dry Film Resist is compatible with most acid etchants, e.g. cupric chloride (free HCl normally less than or equal to 3.0 N),  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{SO}_4$ , and ferric chloride (Cat. No. 415-1L).

**PART 7: Stripping**

M.G. Chemicals Negative Dry Film Resist is formulated to dissolve slowly in stripping solution.

**Stripping recommendation:**

NaOH: 1.5-3 wt%; faster stripping at 3 wt%

KOH: 1.5-3 wt%; faster stripping at 3 wt%

Proprietary Strippers: M.G. Chemicals Cat. No. 435-1L



#### 4. Arduino Uno

## Technical Specification

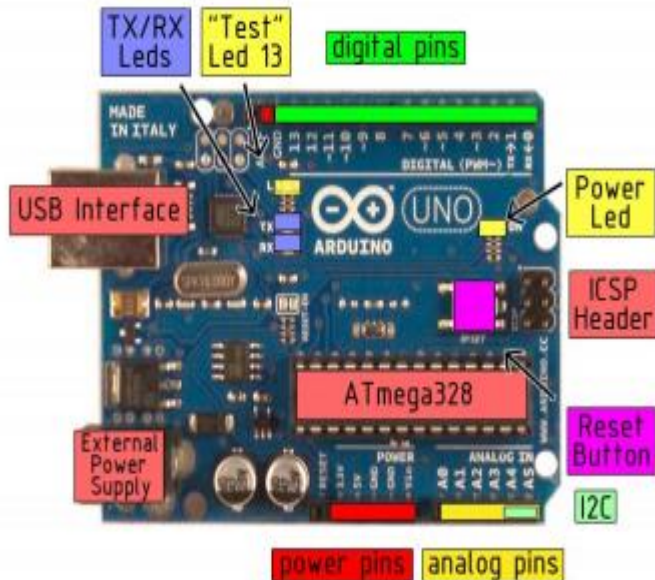


EAGLE files: [arduino-dermlibrary.com/designing](http://arduino-dermlibrary.com/designing) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](http://arduino-uno-schematic.pdf)

### Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

### the board



## Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

## Memory

The ATmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0.5 KB is used for the bootloader); It has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

## Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial:** 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts:** 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM:** 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED:** 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I<sup>2</sup>C:** 4 (SDA) and 5 (SCL). Support I<sup>2</sup>C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Noval Brilliant Akbar  
TTL : Surabaya, 3 November 1996  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Rungkut Lor RL 1-B/9 Surabaya  
Telp/HP : 085704669656  
E-mail : nvlbrillianta@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

- 1. 2002 – 2008: SD Khadijah Surabaya**
- 2. 2008 – 2011: SMP Negeri 35 Surabaya**
- 3. 2011 – 2014: SMA Negeri 17 Surabaya**
- 4. 2014 – 2017: Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)**

### PENGALAMAN KERJA

1. Kerja Praktek di PT. Pertamina (Persero) Bitumen Plant Gresik

### PENGALAMAN ORGANISASI

1. Staff Departemen Dalam Negeri HIMAD3TEKTRO FTI-ITS 2015/2016
2. Staff Departemen Dalam Negeri BEM FTI-ITS 2015/2016
3. Kepala Departemen Dalam Negeri HIMAD3TEKTRO FTI-ITS 2016/2017

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----